

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA




EL ESFUERZO FÍSICO DE LOS HOMBRES DE TRONO

José María Hinojosa Montañés
Málaga 2015



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

AUTOR: José María Hinojosa Montañés

 <http://orcid.org/0000-0002-8445-6384>

EDITA: Publicaciones y Divulgación Científica. Universidad de Málaga



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>

Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización pero con el reconocimiento y atribución de los autores.

No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

Esta Tesis Doctoral está depositada en el Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga (RIUMA): riuma.uma.es

Hombre de Trono

*“Reza
como si todo dependiera de Dios
Trabaja
como si todo dependiera de ti “
San Agustín*



DEDICATORIA

A ÉL que guía mis pasos “con vaivén blando y sereno” y su MADRE, esperanza,
refugio y suprema inspiración de QUIÉN guió mi niñez y continua tutelándome desde el cielo

A la memoria de mis demás abuelos

A mis hijos, os pido perdón por los juegos no realizados

A mi compañera, único amor, gracias por el apoyo y comprensión en estos ocho años

A mis padres y hermanos gracias a ellos soy lo que soy

A la familia Hinojosa por estar siempre

A la familia Montañés por ser referente

A mis amigos, comunidad del Pendón

A mis compañeros del grupo del Nazareno del Paso los que estuvieron y están, en especial a mi
“jefe” y a mi “hermano mayor”

A los Archicofrades HOMBRES DE TRONO del Dulce Nombre de Jesús Nazareno del Paso y
María Santísima de la Esperanza



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

AGRADECIMIENTOS

A José Carlos Fernández García, director de esta tesis doctoral, por sus consejos, guía y tutelaje. Por su interés y dedicación a este proyecto. Por cambiar su forma de ver todo este mundo. Pero sobre todo por su cariño, afecto y generosidad humana demostrada hacia mi persona.

A Juan Gavala González, por el interés demostrado en mi tesis, su ayuda y su invitación a dar a conocer mis trabajos fuera de mi ciudad

A la memoria de Jesús Castellanos Guerrero, Catedrático de Estudios Cofrades, quién, al conocer este estudio, prometió “seguirme la pista”, deseo que desde lo alto, lo siga haciendo

A todo el claustro del colegio San Juan de Dios la Goleta, en especial a mis compañeros de ciclo y departamento, a la memoria de su directora Sor Florido, y muy especialmente a mi compañera Nuria Flores Ramírez por su ayuda y contribución a la realización de esta tesis

A todos mis profesores, en especial a Miguel Ángel Delgado por con solo ocho años iniciarme en el mundo de la investigación y empujarme a dar mi primera “conferencia” y a la memoria de Juan Más Rubio

A mis compañeros del Máster, en especial a Esther Diaz Mohedo

A mis compañeros de investigaciones y trabajos, Francisco R. Hidalgo Ruiz, Francisco de Borja Acosta González, Pablo Davó Cabra y mi amigo David Burbano

A todos los hermanos mayores de las cofradías que participaron en este estudio: Fusionadas, Estudiantes, Sentencia, Expiración, Esperanza y Sepulcro; en especial a Eduardo Rosell del Campo, Pedro Ramírez Rodríguez y Miguel Alfonso Gutiérrez Rodríguez por su interés demostrado hacia este estudio y mi persona

A los miembros de la directiva de la Archicofradía del Paso y la Esperanza, a su permanente y en especial a su hermano mayor Carlos López Armada

A mis compañeros de la directiva Asociación cultural Hombre de trono, en especial a Ricardo Aguilar Sepúlveda por su amistad y por que con su fotografía consigue plasmar y acompañar mis momentos cofrades más especiales

A mis padres y hermanos, por ayudarme y animarme siempre en la realización de esta tesis, como en tantas cosas a lo largo de mi vida, en especial a mi madre que siempre me alentó a que continuara estudiando

A mis tíos, tías, primos y primas, en especial a Alberto Hinojosa López y Diego Montañés Toval

A los hombres de trono que han participado en este estudio, ellos representan a todos los buenos hombres de trono que hay en esta bendita Málaga

ABREVIATURAS

Acel : aceleración

CCA: coste cardíaco absoluto FCM - FCr

CCR: coste Cardíaco Relativo CCA / (FCMt – FCr)

DS: desviación típica

FC: frecuencia cardíaca

FrecCArdMAx: frecuencia cardíaca máxima

FCM: frecuencia cardíaca media

FCMed: frecuencia cardíaca media

FCMt: frecuencia máxima teórica

FCr: frecuencia cardíaca de reposo

GAP: elementos no lineales que soportan pequeñas deformaciones

GE: gasto energético

GPS: sistema de posicionamiento global

FCZ: FcZona de frecuencia cardíaca

FcZona 1: (Frecuencia cardíaca <89 ppm)

FcZona 2: (Frecuencia cardíaca 90 – 119 ppm)

FcZona 3: (Frecuencia cardíaca 120-149ppm)

FcZona 4: (Frecuencia cardíaca 150-164 ppm)

FcZona 5: (Frecuencia cardíaca 165-169 ppm)

FcZona 6: (Frecuencia cardíaca 170 > ppm)

IMC: índice de masa corporal

NTP: notas técnicas de prevención, publicadas por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

ppm: pulsaciones por minuto

VE: ventilación por minuto

VO2Máx: cantidad máxima de oxígeno que el cuerpo puede obtener en un tiempo determinado

Δ CF: aceleración cardíaca FrecCArdMAx - FCMed



ÍNDICE

	<i>pág.</i>
Introducción e información general	1
Conceptos generales propios y característicos de esta práctica física.	2
MARCO TEÓRICO.....	9
Capítulo1. Composición corporal, respuestas físicas y fisiológicas	9
1.1. Clasificación del Índice de masa corporal	9
1.2. Respuestas fisiológicas: Frecuencia Cardíaca	10
1.2.1. Frecuencia cardíaca máxima teórica.....	10
1.2.1.1. Porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima como indicador de intensidad.....	12
1.2.2. La frecuencia cardíaca en la marcha Nórdica y la marcha militar.....	13
1.2.3. Frecuencia cardíaca en el ámbito laboral.....	15
1.3. La cuantificación actual de la carga externa	18
1.3.1 Fiabilidad y validez de los dispositivos GPS.....	19
1.3.2. Cuantificación en deportes. Limitaciones del GPS.....	20
1.3.3. Acelerometría y carga corporal.....	21
1.3.3.1. Acelerometría.....	22
1.3.3.2. Carga corporal.....	22
1.4. Estudios Específicos sobre costaleros y hombres de trono.....	23
1.4.1. La actividad física del costalero.....	24
1.4.1.1. Las características físicas del trabajo del costalero.....	26
1.4.1.2. El peso soportado por los costaleros.....	27
1.4.1.3. La estructuración temporal del esfuerzo del costalero: Los intervalos de trabajo y descanso, la duración de los relevos.	28
1.4.1.4. La frecuencia cardíaca del costalero.	28
1.4.2.1. Las características físicas del trabajo del hombre de trono.....	29
1.4.2.2. El peso soportado por el hombre de trono	31
1.4.2.3. Lesiones del hombre de trono	32
1.4.2.4. Frecuencia cardíaca del hombre de trono	35
1.4.3. Estudios científicos sobre costaleros y hombres de trono	36
	xi

1.4.3.1. Repercusión del estrés fisiológico en personas sanas motivado por el trabajo físico como costaleros/as en los desfiles procesionales de Córdoba.	36
1.4.3.2. La Actividad Física del Costalero Sevillano. Hábitos y costumbres	42
1.4.3.3. Trono procesional para la semana santa de Málaga. Diseño y análisis de una nueva solución estructural.....	47
1.4.3.4. Evaluación de la resistencia de los hombres de trono. Estudio y valoración diagnóstica para la formación.	52
ESTUDIO EMPÍRICO	55
Capítulo 2. Planteamiento del problema.....	55
2.1. Objetivos	55
2.2. Hipótesis	56
2.3. Diseño	56
2.4. Material y Método.....	57
2.4.1. Participantes	57
2.4.2. Material	59
2.3.3. Procedimiento	60
2.3.4. Variables	61
Capítulo 3. Resultados	67
3.1. La frecuencia cardíaca del hombre de trono	67
3.2. La velocidad de desplazamiento del hombre de trono.....	74
3.3. La carga corporal del hombre de trono	76
3.4. Las aceleraciones en la actividad del hombre de trono.....	76
3.5. Correlaciones entre datos físicos y fisiológicos del hombre de trono	78
Capítulo 4.Discusión.....	81
4.1. La frecuencia cardíaca del hombre de trono	81
4.2. Velocidad de desplazamiento del hombre de trono	83
4.3. IMC	85
4.4. Carga corporal.....	86
4.5. Aceleraciones	88
Capítulo 5. Conclusiones	89

Capítulo 6. Limitaciones y futuras líneas de investigación	91
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
ANEXOS	107



ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 0.1.</i> Arepiso. Trabajadera. (2014)	3
<i>Figura 0.2.</i> Trono. Archivo Histórico del Paso y la Esperanza.	3
<i>Figura 2.1.</i> Pesaje de trono. Archivo Histórico del Paso y la Esperanza.	58
<i>Figura 2. 2.</i> SPI Elite Pack de 5 unidades (Izquierda) e Indicador del rendimiento deportivo (GPSportsSystems, Pty. Ltd., 2003, Australia) (derecha).....	59
<i>Figura 2.3.</i> Recorrido oficial de la Semana Santa de Málaga.Wikipedia.(2015).....	61
<i>Figura 3.1.</i> Gráfico frecuencia cardíaca y velocidad del hombre de trono durante el recorrido oficial.	68
<i>Figura 3.2.</i> Gráfico frecuencia cardíaca y velocidad del hombre de trono durante el recorrido oficial. Detalle 45 minutos.....	69
<i>Figura 3.3.</i> Gráfico frecuencia cardíaca y velocidad del hombre de trono durante el recorrido oficial. Detalle 18 minutos.....	69
<i>Figura 3.4.</i> Diagrama de barras con frecuencia de casos en cada zona de frecuencia cardíaca. ..	71
<i>Figura 3.6.</i> Relación de casos registrados en cada zona de intensidad de la frecuencia cardíaca	73
<i>Figura 3.7.</i> Porcentaje de registros del total en cada zona de velocidad de desplazamiento del hombre de trono.	75
<i>Figura 3.8.</i> Gráfico de aceleraciones registradas por el hombre de trono durante el recorrido oficial.	77
<i>Figura 3.9.</i> Gráfica de aceleraciones realizadas por el hombre de trono durante el recorrido oficial. Detalle de 45 minutos del recorrido registrado.....	77
<i>Figura 3.10.</i> Gráfico de aceleraciones realizadas por el hombre de trono durante el recorrido oficial. Detalle 15 minutos.....	78



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. <i>Clasificación de la Organización Mundial de la Salud</i>	9
Tabla 1.2. <i>Clasificación de la intensidad del ejercicio</i>	12
Tabla 1.3. <i>Criterio de Frimat</i>	16
Tabla 1.4. <i>Criterio de Frimat</i>	16
Tabla 1.5. <i>Criterio de Chamoux</i>	17
Tabla 2.1. <i>Descripción de las características de la muestra</i>	57
Tabla 2.2. <i>Descripción de las características de los tronos</i>	58
Tabla 2.3. <i>Desglose de las variables de frecuencia cardiaca</i>	62
Tabla 2.4. <i>Desglose de las variables de intensidad</i>	63
Tabla 2.5. <i>Desglose de las variables de velocidad</i>	64
Tabla 2.6. <i>Desglose de las variables de carga corporal.</i>	65
Tabla 2.7. <i>Desglose de las variables de aceleración</i>	66
Tabla 3.1. <i>Descripción registro pulsaciones</i>	67
Tabla 3.2. <i>Porcentaje de registros en cada una de las zonas de frecuencia cardiaca</i>	70
Tabla 3.3. <i>Medias y desviación típica de los valores de las frecuencias cardíacas máximas</i>	71
Tabla 3.4. <i>Datos frecuencia cardiaca de los hombres de trono en los intervalos de intensidad.</i>	72
Tabla 3.5. <i>Tiempo relativo en cada zona de intensidad.</i>	73
Tabla 3.6. <i>Velocidad de desplazamiento del hombre de trono</i>	74
Tabla 3.7. <i>Intervalos de velocidad de desplazamiento del hombre de trono</i>	74
Tabla 3.8. <i>Tiempo en intervalos de velocidad de desplazamiento del hombre de trono</i>	75
Tabla 3.9. <i>Carga corporal soportada por el hombre de trono durante el recorrido oficial</i>	76
Tabla 3.10. <i>Acelerometría del hombre de trono durante el recorrido oficial.</i>	76
Tabla 4.1. <i>Resumen frecuencias cardíacas de costaleros y hombres de trono</i>	82
Tabla 4.2. <i>Resumen IMC costaleros y hombres de trono</i>	85



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Capítulo 0

Introducción e información general

Esta investigación surge por la preocupación ante el hecho del trabajo físico realizado por el hombre de trono y la necesidad de dar una respuesta desde la educación física, desde la perspectiva que contempla los estilos de vida saludables.

Esta actividad física, sirva como dato, es realizada por un total de 14 759 individuos sólo durante la Semana Santa y en Málaga capital, lo que supone un número mucho más elevado e importante, puesto que se realiza este mismo esfuerzo físico en la provincia, otras provincias andaluzas e incluso otros países de tradición católica en Europa y en Sudamérica, lo que puede suponer millones de participantes en todo el mundo.

Este esfuerzo físico se ejecuta de manera puntual, habitualmente sin entrenamiento ni preparación previa, ni control sobre sus necesidades desde el punto de vista energético y ergonómico.

No se ha hallado en la literatura científica, intento alguno de llevar a cabo un estudio con este propósito con anterioridad. Por lo cual, es necesario desarrollar una análisis de esta actividad para poder arrojar luz sobre lo que supone para un sujeto la realización del ejercicio físico al que nos estamos refiriendo, y poder iniciar una vía investigadora, donde tengan cabida la realización de las investigaciones que motivaron en un primer momento este estudio. Estas no son otras que tratar de realizar recomendaciones y posibilidades de entrenamiento contemplando las distintas dimensiones como son los problemas: ergonómicos, posturales y energéticos (alimentación e hidratación), una vez conocidas las características propias de este esfuerzo físico. La necesidad de un entrenamiento previo y unas medidas mínimas de

condición física para poder realizar este trabajo, sin sufrir consecuencias patológicas y buscando el mayor rendimiento del hombre de trono. Lo que redundará en el beneficio de todos y en dar mayor esplendor, si cabe, a esta manifestación religiosa y de tradición de siglos.

Conceptos generales propios y característicos de esta práctica física.

En primer lugar se debe explicar el objeto propio de este estudio, el término hombre de trono no aparece recogido en el diccionario de la real academia de la lengua, sí aparece el término

Costalero. (De costal).1. m. And. Esportillero o mozo de cordel, especialmente el que lleva a hombros un paso de una procesión.

Hombre de trono: Dícese del que porta sobre uno de sus hombros el trono de cualquiera de los Sagrados Titulares de las cofradías de Málaga. Alcalá y Peralto (2003).

Se debe señalar en este punto la principal diferencia entre el costalero y el hombre de trono, la disposición del elemento de conexión entre éste y el elemento transportado, lo cual condiciona todo lo demás. En el primer caso la trabajadera se encuentra distribuida paralela a la dirección de la marcha en el paso e implica que la carga del peso se realiza sobre el costal del cuerpo y no sobre los hombros, como erróneamente parece desprenderse de la definición del diccionario de la RAE. En cambio, el hombre de trono sí realiza la carga sobre los hombros, para ser exactos sobre un solo hombro, lo cual implica una carga asimétrica del peso, todo esto motivado porque el varal se encuentra colocado en el trono longitudinalmente al sentido de la marcha, no es esta la única diferencia entre el costalero y el hombre de trono. El esfuerzo del costalero tiene una tipología muy diferente a la del hombre de trono. Soportan más kilos, con una gran ventaja biomecánica al tener la carga centrada. Sus recorridos suelen ser más largos, pero

realizan relevos, es decir existen diferentes equipos que alternan su lugar en el paso, por lo que su tiempo de trabajo no excede de cuarenta y cinco a sesenta minutos por relevo, realizando grandes descansos en los intervalos. Por contra el hombre de trono realiza esfuerzos de entre 6 a 12 horas de duración sin relevos, solo con los necesarios descansos, momentos en los que el trono se deposita en el suelo.



Figura 0.1. Arepiso. Trabajadera. (2014)

Trabajadera: cada una de las vigas de madera que cruzan transversalmente las andas, por medio de las cuales gravita el trabajo sobre la cruz de los costaleros, Burgos (1972).



Figura 0.2. Trono. Archivo Histórico del Paso y la Esperanza.

Trono. (Del lat. *thronus*, y este del gr. *θρόνος*). 4. m. Lugar o sitio en que se coloca la efigie de un santo cuando se le quiere honrar con culto más solemne. Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (2008).

Trono. Mesa monumental dotada de varales sobre la que se arman o sujetan las distintas piezas de talla, platería, velería, etc. Que embellecen o acogen la imagen de un Titular o Titulares de una hermandad para ser procesionada. Alcalá y Peralto (2003).

Varal. 4. m. Cada uno de los dos largueros que llevan en los costados las andas de las imágenes. Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (2008).

Varal: Cada uno de los largueros que llevan los tronos a lo largo de la mesa, sobresaliendo por los frontales para que puedan ser transportados por los hombres de trono. Antiguamente estaban contruidos de madera, en la actualidad de duraluminio u otras aleaciones, siendo su longitud proporcional al peso y volumen del trono. Alcalá y Peralto (2003).

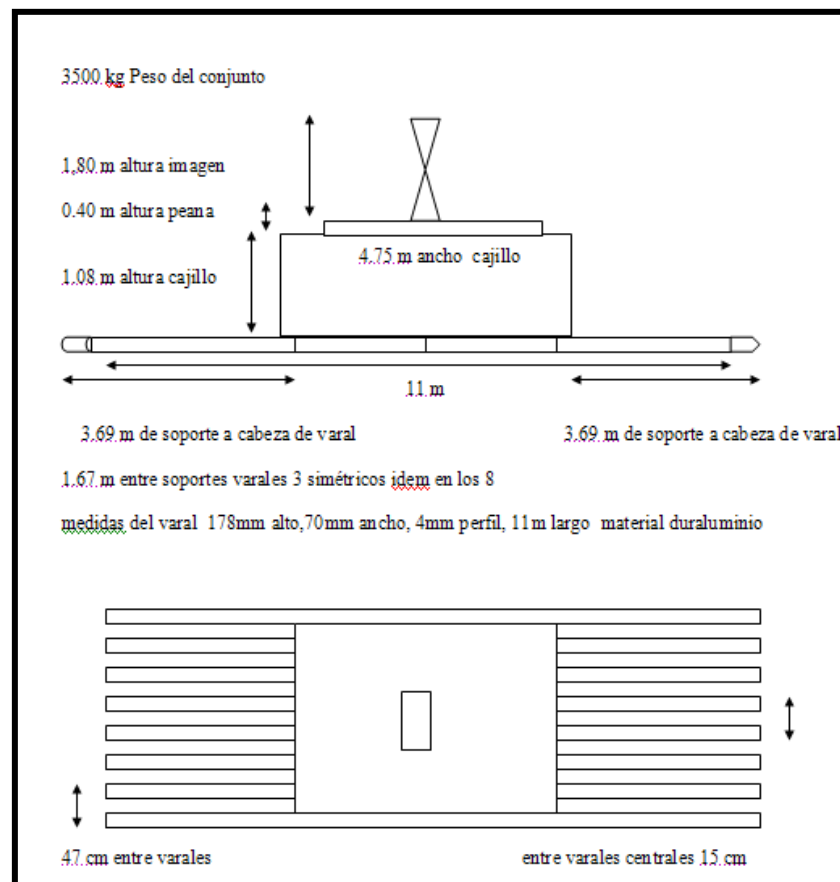


Figura 0.3. Esquema de trono procesional.

Andas:(Del lat. amñtes, pl. de ames, angarillas).f. pl. Tablero que, sostenido por dos varas paralelas y horizontales, sirve para conducir efigies, personas o cosas. Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (2008)

Paso1.(Del lat. passus)21. m. Cada uno de los sucesos más notables de la Pasión de Jesucristo 22. m. Efigie o grupo que representa un suceso de la Pasión de Cristo, y se saca en procesión por la Semana Santa. Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (2008)

Procesión: Las sagradas procesiones son ”solemnnes rogativas que el pueblo fiel hace, conducido por el clero, yendo ordenadamente de un lugar sagrado a otro lugar sagrado, para excitar la devoción de los fieles, conmemorar los beneficios de Dios y darle gracias por ellos, o implorar el auxilio divino” (Canon.1290 del Código de Derecho Canónico de 1918)

En el desarrollo de esta tesis doctoral se puede apreciar la estructura en capítulos para facilitar su lectura y análisis. En cuanto al marco teórico se refiere, se han elaborado tres capítulos. En el primero de ellos se tratarán aspectos como el índice de masa corporal (IMC) y la Frecuencia cardíaca en actividades físicas y deportivas hasta aproximarnos a la realidad en cuestión a estudiar, la frecuencia cardíaca del hombre de trono. En el segundo capítulo, se tratarán la tecnología del sistema de posicionamiento global (GPS) y su aplicación a las ciencias de la actividad física. En el tercer capítulo, se detallarán los estudios de carácter más específicos, es decir, los que versarán sobre el hombre de trono y sobre su homólogo (costalero), desde su dimensión física.

Tras el marco teórico, tiene lugar el estudio empírico, donde en un primer momento se presenta el planteamiento del problema (capítulo 2). En primer lugar, se han diseñado los objetivos y las hipótesis de las que se han partido en la presente investigación. Seguidamente, se desarrollará el método empleado, donde se especifica las características de los participantes, los instrumentos utilizados para la recogida de datos, el procedimiento realizado y, por último, el análisis estadístico elaborado junto a los programas informáticos estadísticos utilizados para el mismo.

En el tercer capítulo, se presentan los resultados obtenidos, estructurados en cuatro apartados. En el primero de ellos los resultados de la frecuencia cardíaca, en el segundo la velocidad de desplazamiento, en el tercero la carga corporal y para finalizar se mostrarán las correlaciones entre las variables físicas y fisiológicas del hombre de trono.

En el cuarto capítulo, se realizará la discusión de los resultados con los publicados en otras investigaciones. En primer lugar, en relación a la frecuencia cardíaca, continuando con la velocidad de desplazamiento, seguidamente la carga corporal y para finalizar, se mostrarán las correlaciones entre las variables físicas y fisiológicas del hombre de trono.

En el quinto capítulo, se expondrán las conclusiones tanto generales como específicas del estudio de la presente tesis doctoral.

Y finalmente, en el sexto capítulo, se nombrarán las limitaciones y futuras líneas de investigación que emanan de este estudio.



MARCO TEÓRICO

Capítulo1. Composición corporal, respuestas físicas y fisiológicas

1.1. Clasificación del Índice de masa corporal

El IMC es un índice simple de peso/talla que se utiliza habitualmente para clasificar el sobrepeso y su contrario, siendo el índice primordial en los estudios de obesidad en adultos. Se define como el peso en kilogramos dividido por el cuadrado de la altura en metros (kg/m^2). Por ejemplo, un adulto que pesa 70 kg y cuya altura es 1,75 m tendrá un IMC de 22,9. ($\text{IMC} = 70 \text{ kg} / (1,75 \text{ m})^2 = 70 / 3,0625 = 22,9$).

Los valores del IMC son independientes de la edad y el mismo para ambos sexos. Sin embargo, el IMC puede no corresponder al mismo grado de obesidad en diferentes poblaciones debido, en parte, a las proporciones del cuerpo diferentes. Los riesgos de salud asociados con el aumento del IMC son continuos y la interpretación de clasificaciones de IMC en relación con el riesgo puede ser diferente para heterogéneas poblaciones.

Tabla 1.1. *Clasificación de la Organización Mundial de la Salud*

IMC	Nivel de peso
Por debajo de 18.5	Bajo peso
18.5 – 24.9	Normal
25.0 – 29.9	Sobrepeso
30.0 o más	Obeso

Adaptado de O.M.S.(1998)

1.2. Respuestas fisiológicas: Frecuencia Cardíaca

La frecuencia cardíaca (FC) es posiblemente la medida cardiovascular más sencilla de evaluar para la estimación del rendimiento cardíaco (Karvonen, Kentala y Mustala, 1957).

La FC refleja la intensidad del esfuerzo que debe hacer el corazón para satisfacer las demandas incrementadas del cuerpo cuando está inmerso en una actividad. (Willmore, 2004)

El estudio de la FC en ejercicios intermitentes de alta intensidad nos permite identificar, las características de los esfuerzos y la intensidad de los mismos. Se ha estudiado en numerosas investigaciones tanto en competición como en entrenamiento la FC media (FCMed) y máxima (FrecCArDMAx), para determinar, de manera global, la carga de trabajo cardiovascular que la especialidad deportiva requiera (Bangsbo, 1996). Según varios autores como Swain y cols. (1998), las mediciones absolutas en pulsaciones por minuto (ppm) son estandarizadas a través del % de la FrecCArDMAx teórica o con el % de la FC de reserva, para comprobar la intensidad del ejercicio en función de la edad de los deportistas.

1.2.1. Frecuencia cardíaca máxima teórica

La predicción de la FC máxima en función de la edad puede considerarse únicamente como una estimación o acercamiento a los valores reales. La extrapolación de esta fórmula para calcular la FC máxima en diferentes poblaciones supone un gran riesgo de error. En la práctica la FC máxima se suele medir a través de un ejercicio hasta la extenuación (Reilly, 1994).

Sin embargo, no existe unanimidad acerca de la mejor manera de medir la FC máxima. Barbero, Granda y Soto (2004).

Aunque lo más aconsejable es determinar la FC máxima mediante un test máximo (Bouzas, 2003), es muy habitual que esto no sea posible; es entonces cuando debemos utilizar una fórmula que estime la FC máxima.

En numerosas ocasiones se estima la FrecCardMAx teórica usando la fórmula $FrecCardMAx = 220 - \text{edad}$. Tradicionalmente, esta fórmula ha resultado bastante práctica para la mayoría de los profesionales del deporte a la hora de estimar la FrecCardMAx y plantear sistemas de trabajo con porcentajes calculados a través de la misma.

Sin embargo, se recomienda cautela al utilizar este tipo de procedimientos predictivos ya que, la FC máxima se puede calcular teóricamente según distintas fórmulas.

La alternativa que nos parece más apropiada para el tipo y características del estudio a realizar, es la siguiente fórmula basada en los estudios de (Tanaka H, Monahan KD y Seals DR. 2001) :

$$Fc \text{ Máxima} = ((210 - (0,5 \times \text{edad en años})) - 1 \% \text{ del peso}) + 4$$

Dada la aceptación de la fórmula, por las características de los sujetos estudiados y por introducir el dato del peso dentro de la predicción de la frecuencia cardiaca nos ha hecho determinar esta elección.

1.2.1.1. Porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima como indicador de intensidad

La toma de FC supone una excelente forma de control y seguimiento del ejercicio, siendo empleada para las poblaciones más diversas: sedentarios, deportistas, personas mayores y enfermos cardíacos, además de atletas de élite. El empleo de la FC como procedimiento de control de la carga de entrenamiento se justifica por ser de sencillo registro y, principalmente, por el hecho de que existe una correlación entre los valores de la FCM y el VO₂. Estos factores hacen posible que se pueda establecer un programa de actividad física que tome la FC como elemento de control de la intensidad del ejercicio. Con este control se puede establecer la actividad física de forma individualizada. Bouzas (2010)

Tabla 1.2. Clasificación de la intensidad del ejercicio, según la frecuencia cardíaca obtenida en relación al tanto por ciento de frecuencia cardíaca máxima del sujeto.

Intensidad	Porcentaje HR_{max}
Muy ligero	<50 %
Ligero	50-63 %
Moderado	64-76 %
Duro	77-93 %
Muy duro	≥94 %
Máximo	100 %

Adaptado de American College of Sport Medicine (2013)

1.2.2. La frecuencia cardíaca en la marcha Nórdica y la marcha militar

La investigación de la FC como respuesta fisiológica, en actividades físicas con características que se asemejen más al objeto de esta investigación, puede encontrarse en estudios realizados sobre la marcha nórdica y la marcha militar, coincidiendo éstas con la tarea del hombre de trono ya que son actividades físicas que incluye la marcha, una larga duración y una carga externa.

Con respecto a la marcha militar existen varios estudios que concluyen que hay diferentes respuestas fisiológicas cuando se soportan distintas cargas al realizar una caminata a dos velocidades diferentes, ya que el aumento de carga y velocidad afectan directamente el sistema cardiorrespiratorio mostrando un aumento en la FC, FR, $VO_2Máx.$ y aumento del consumo energético.

Quesada (2000) llevó a cabo un estudio en el que los sujetos realizaban marchas en cinta durante 40 minutos a 6 km/hr bajo tres condiciones de carga: 0% extra, 15% de carga del peso corporal y 30% de carga del peso corporal, encontrando diferencias significativas entre cada carga para las variables $VO_2Máx.$, ventilación minuto y la FC.

También Lyons et al. (2005), prueban que el incremento de las demandas metabólicas y cardiovasculares son mayores al incrementar de 20 a 40 kg la carga de peso en comparación al incremento de 0 a 20 kg.

Por otro lado Pal et al. (2009), estudiaron a 10 militares de la infantería de India para determinar el efecto que posee aumentar la carga de peso en las mochilas de los sujetos. Para ello se le pedía a los individuos que caminaran a diferentes velocidades (3,5 y 4,5 km/h) con diferentes cargas de peso. Se constató un aumento lineal de la FC, VE y

VO₂Máx con el aumento de la carga externa. Determinando que el efecto es más pronunciado con el aumento de la velocidad que con el incremento del lastre.

Con respecto a la marcha nórdica hemos de señalar que: durante esta actividad se incrementan casi todos los parámetros relacionados con el consumo energético y la intensidad de ejecución (FC, VO₂max, GE, VE, etc) en comparación con la marcha realizada a la misma velocidad de ejecución. (Pérez Soriano, 2014)

En la mayoría de los estudios sobre la marcha nórdica se incluyen entre los parámetros registrados la frecuencia cardiaca, desde los primeros aparecidos. Encarnación-Martínez, (2012)

De los estudios más recientes se pueden señalar los de Sugiyama (2013), señala que el promedio de la FC durante marcha nórdica fue 2-7 latidos / min mayor que durante la marcha normal; Takeshima (2013) en cuyo estudio se comparó los efectos de la marcha nórdica con la convencional; debemos destacar que la intensidad del ejercicio prescrito fue supervisada mediante la FC y clasificaciones subjetivas del esfuerzo percibido. Se controló mediante un monitor cardiaco durante el ejercicio y dicha intensidad se estableció entre 100 a 120 latidos por minuto. Concluyendo que apreció se conseguía una mejora similar con la marcha nórdica y con el caminar convencional.

Si bien en ninguno de los estudios revisados se hace referencia alguna al peso o lastre acarreado en la mochila ni su implicación en el esfuerzo.

1.2.3. Frecuencia cardíaca en el ámbito laboral

Es interesante señalar, acercándonos a la realidad del hombre de trono, que la valoración de la carga física mediante la monitorización de la frecuencia cardíaca se realiza también en el ámbito laboral. El Instituto Nacional de Higiene en el Trabajo mediante la norma, NTP 295, señala que: la utilidad de la frecuencia cardíaca como método de evaluación no es cuestionable. Ha sido demostrada por múltiples estudiosos del tema en aspectos tan diversos como: evaluación de la carga física, evaluación de un puesto de trabajo o de una fase y evaluación de una aptitud. El médico del trabajo puede disponer, con esta metodología, de un instrumento indispensable para buscar y favorecer el equilibrio fisiológico óptimo entre las capacidades funcionales del trabajador y las condiciones de trabajo.

Del mismo modo, según la Asociación de Ergonomía de la Comunidad Valenciana, el método más aceptado y utilizado por los ergónomos es la medición de la frecuencia cardíaca, dada la facilidad de aplicación y simplicidad de los aparatos a utilizar.

Criterio de Frimat

Este método está destinado a la carga física de trabajo de fases u operaciones cortas de trabajo. Concretamente, este método consiste en asignar coeficientes de penosidad a cada uno de los parámetros analizados.

Este método consiste en asignar a cada una de las variables una puntuación en función de los rangos de la tabla siguiente:

Tabla 1.3. *Criterio de Frimat*

Variable	1	2	4	5	6
FCM	90-94	95-99	100-104	105-109	>110
ΔCF	20-24	25-29	30-34	35-39	>40
Fcpic	110-119	120-129	130-139	140-149	>150
CCA	10	15	20	25	30
CCR	10%	15%	20%	25%	30%

Adaptado de NTP 295. FCM: frecuencia máxima teórica; ΔCF : Aceleración cardíaca FrecCardMAX – FCMed; Fcpic: Frecuencia máxima o de pico; CCA: Coste cardíaco absoluto FCM – FCr; CCR: coste cardíaco relativo CCA / (FCMt – FCr)

La puntuación total se obtiene de la suma de los coeficientes correspondientes a los cinco parámetros medidos (FCM, ΔCF , Fcpic, CCA y CCR)

La valoración de las puntuaciones se realizar en base a la siguiente escala de resultados:

Tabla 1.4. *Criterio de Frimat*

25 puntos: extremadamente duro	20 puntos: penoso	12 puntos: muy ligero
24 puntos: muy duro	18 puntos: soportable	≤ 10 puntos: carga física mínima
22 puntos: duro	14 puntos: ligero	

Adaptado de NTP 295

Criterio de Chamoux

En el caso que la tarea a evaluar ocupe una jornada de trabajo completa de ocho horas consecutivas o más, se utiliza este criterio. Se valora el esfuerzo físico general en función del CCA y del CCR obteniendo las siguientes clasificaciones de riesgo:

Tabla 1.5. *Criterio de Chamoux*

A partir del CCA	A partir del CCR
0-9 muy ligero	0-9 muy ligero
10-19 ligero	10-19 ligero
20-29 muy moderado	20-29 moderado
30-39 moderado	30-39 bastante pesado
40-49 algo pesado	40-49 pesado
50-59 pesado	
60-69 intenso	

Adaptado de NTP 295. CCA: Coste cardíaco absoluto $FCM - FCr$; CCR: coste cardíaco relativo $CCA / (FCMt - FCr)$

Si bien hacen la advertencia de que para una misma tarea, evaluada en distintos individuos, obtengamos resultados muy distintos (es decir, lo que para uno es una tarea muy dura, para otro se trate de una tarea ligera). Sin embargo, este método sí que nos permite realizar estimaciones de la carga física que supone una tarea, incluso valorar cómo afectan determinadas tareas a trabajadores especialmente sensibles.

1.3. La cuantificación actual de la carga externa

La tecnología GPS nació con un uso exclusivamente militar. El dispositivo GPS recibe la información codificada, a través de la señal emitida de al menos tres satélites, para mediante triangulación establecer la posición en cualquier lugar de la tierra, hay, 27 satélites emitiendo su señal. Una vez llegada la señal de los satélites correspondientes, el receptor calcula y graba la posición, tiempo y velocidad con una resolución en tiempo de 1 a 5 registros por segundos (hz). Los últimos modelos pueden registrar hasta 15hz. En la actualidad dicha tecnología es utilizada para muchos otros usos, entre ellos el que nos ocupa, el análisis del rendimiento en deportes y actividades físicas (Randers y cols., 2010) Se ha demostrado que en distintos momentos del día, se registran datos análogos, ya que no afecta la distinta configuración de los satélites (Macleod y cols., 2009)

Estos dispositivos GPS han experimentado un gran desarrollo en los últimos años, (Pino y cols., 2008), los primeros fueron creados para deportistas que cubrían una largas distancias durante el entrenamiento, actualmente debido al progreso de dispositivos y software específicos, se han ido incluyendo en otro tipo de deportes, como, por ejemplo, en los deportes de equipo (Dobson y Keogh, 2007). La aplicación de la tecnología GPS al entrenamiento deportivo permite la monitorización de los desplazamientos realizados por los deportistas de una manera: sencilla, rápida, válida y fiable (Casamichana 2010).

Estos dispositivos GPS, resultan ser muy operativos, puesto que registran en tiempo real y los datos registrados resultan fáciles de analizar con posterioridad (Aughey y Fallon, 2010; Edgecomb y Norton, 2006; Macleod y cols., 2009).

1.3.1 Fiabilidad y validez de los dispositivos GPS

Los dispositivos GPS (Minimax y GPSport, Camberra, Australia) son de los más utilizados en las investigaciones para la cuantificación de la carga externa o respuestas físicas. La validez y fiabilidad de estos dispositivos fue investigada en distintos estudios para demostrar su rendimiento en deporte.

Castellano y cols. (2010), defienden que los GPS presentan una alta fiabilidad para registrar la distancia total recorrida y sobre todo aquellas recorridas a baja velocidad, esta fiabilidad solo disminuye en el registro de distancias realizadas a velocidades superiores a 13 km por hora.

Se ha confirmado también una fiabilidad aceptable para la medición de las distancias y en velocidades inferiores a 14,4 km por hora (Coutts y Duffield, 2010).

Edgecomb y Norton (2006), por su parte, encontraron que las distancias obtenidas estaban ligeramente sobreestimadas, pero con altos coeficientes de fiabilidad y altas correlaciones para la distancia obtenida entre dos sistemas de medición (grabación de video y GPS).

Barbero Álvarez y cols. (2010), evaluaron con esta tecnología sprints repetitivos y se comparó los resultados con los obtenidos por células fotoeléctricas en distancias de 15 y 30 metros determinándose como unos valores muy fiables y válidos, aunque se especifica que la medición óptima se observa en velocidades bajas (Portas, y cols., 2007).

Para los dispositivos SPI-I0, SPI Elite y WISPI (GPSports, Cambera Australia), que son los utilizados en este estudio, Coutts y Duffield (2010) explican un coeficiente de variación entre los distintos GPS utilizados en diferentes parámetros:

Distancias parciales:< 5% Distancia total: 3.6-7.1 %

Baja velocidad: 2.3-5.8% Alta velocidad: 11.2-32.4%

En resumen, se observa que la tecnología GPS es una herramienta práctica para cuantificar la carga física de los diferentes deportes y actividades físicas, debido a su fiabilidad y validez en la medición de las distancias y velocidades (Petersen y cols., 2009), aunque presente algunas limitaciones, las cuales son minimizadas cuando la actividad física se realiza a bajas velocidades como es el caso que nos ocupa.

La validación de los dispositivos GPS para medir la distancia recorrida en deportes de equipo o atletas de resistencia ha sido ya estudiada previamente (Edgecomb y Norton, 2006; Larsson y Henriksson-Larsen, 2001), existiendo también trabajos donde se validaron este tipo de dispositivos GPS como medio para evaluar la velocidad en sujetos activos (Townshend, Worringham, y Stewart, 2008).

1.3.2. Cuantificación en deportes. Limitaciones del GPS

Los dispositivos GPS han comenzado muy pronto a extenderse por los terrenos de juego, midiendo los patrones de movimiento durante partidos o situaciones de entrenamiento en diferentes deportes intermitentes, como son el fútbol sala (Barbero-Álvarez & Castagna, 2007), fútbol Castellano y cols (2010), rugby (Cunniffe, Proctor, Baker & Davies, 2009), fútbol australiano (Coutts, Quinn, Hocking, Castagna & Rampinini, 2009), tenis (Reid et al., 2008) o padel Castillo (2014) con el objetivo de

aumentar el conocimiento de la carga física soportada por los jugadores en las diferentes modalidades, y de esta forma, intervenir de una forma más específica durante el entrenamiento (Pereira, Kir-kendall & Barros, 2007).

Este tipo de dispositivos ya se emplea a diario para monitorizar la carga externa e interna en entrenamientos o durante la competición en muchos equipos de la élite del deporte (fútbol, fútbol-sala, rugby, hockey o fútbol australiano entre otros). Suárez-Moreno (2011)

Una de las limitaciones de los dispositivos GPS es la posible incomodidad al implementar a los deportistas con los dispositivos GPS (Edgecomb y Norton, 2006), ya que no están acostumbrados a dicha incorporación.

Otra de las limitaciones de esta tecnología GPS, es que sólo se puede utilizar en lugares abiertos, sin edificios altos colindantes, ya que dificultan la recepción de los datos del satélite (Dobson y Keogh, 2007).

La fiabilidad entre unidades cinéticas: los resultados muestran el efecto del entorno construido en posición y precisión. Lugares próximos a edificios o debajo de árboles densos y mostraron mayor error entre unidades que las de los lugares que estaban más abiertos. (Rodríguez y cols, 2005).

1.3.3. Acelerometría y carga corporal

En este estudio se va a usar la carga corporal, como elemento relacionado con la acelerometría, y que nos proporciona el software, para valorar objetivamente la actuación y el rendimiento del hombre de trono durante su actividad física.

1.3.3.1. Acelerometría

Los acelerómetros son sensores inerciales que basan su funcionamiento en la Ley Fundamental de la Dinámica o Segunda Ley de Newton. Proporcionan una medida de la segunda derivada de la posición. Esta medida se obtiene a partir de la fuerza de inercia que sufre una masa dispuesta convenientemente. Existen diversos tipos dependiendo de la naturaleza del transductor, como mecánicos, capacitivos, piezoeléctricos y piezoresistivos (Izquierdo et al., 2008).

Los acelerómetros miden la aceleración en uno a tres planos ortogonales (vertical, mediolateral y anteroposterior). Los acelerómetros triaxiales consisten de tres acelerómetros ortogonales y proveen resultados para cada plano así como también una medida compuesta.

En el cuerpo humano existen muchos movimientos que se pueden medir; dependiendo del objetivo del estudio se colocarán un número de acelerómetros en una posición concreta, según García, (2014).

La acelerometría permite la determinación de la intensidad de la actividad física de los sujetos a estudiar, incluyendo la actividad física esporádica y los períodos de actividad física, Rowlands (2007).

1.3.3.2. Carga corporal

Con la incorporación de acelerómetros en los dispositivos GPS se ha abierto una nueva vía en la monitorización y cuantificación de la carga de entrenamiento y competición (Casamichana, Castellano, Calleja-González y San Román, 2011), sobretodo, desde la creación de indicadores globales como el player load (Casamichana,

Castellano, Calleja, San Román y Castagna, 2012) o el total body-load (Gómez-Piriz, Jiménez-Reyes y Ruíz-Ruiz, 2011), parámetros diseñados por las marcas comercializadoras del dispositivo, que permiten conocer y ponderar la exigencia de la actividad para el jugador, mediante aceleraciones y desaceleraciones, cambios de dirección o los impactos, que se produzcan durante la misma.

El uso de esta tecnología puede ayudar a los profesionales en el diseño e implementación de programas individuales de formación específica con una adecuada reproducción de cargas de ejercicio (Cunniffe et al., 2009).

La carga corporal permite una mayor comprensión de las exigencias del sistema muscular esquelético del sujeto permitiendo individualizar programas de trabajo y de recuperación. (García, 2014).

En resumen, la carga corporal que soporta un jugador durante un partido o en una determinada tarea es la sumatoria de todas las tensiones producidas sobre el jugador para una actividad determinada (García, 2014).

1.4. Estudios Específicos sobre costaleros y hombres de trono

Son exiguas las publicaciones, en revistas científicas, que aborden el tema de esta investigación. En la mayoría de los casos son comunicaciones presentadas a congresos, jornadas de actividad física o de costaleros y capataces, teniendo la mayoría un carácter divulgativo o pseudo-científico.

Con todo ello existe una importante cantidad de información sobre el costalero, no así sobre el sujeto que nos ocupa, el hombre de trono.

Por sus similitudes y proximidad al esfuerzo físico del hombre de trono empezamos este apartado relacionando diversos estudios sobre el costalero y su actividad física señalando sus principales características, para posteriormente centrarnos en el hombre de trono, y mediante analogías poder obtener información sobre el hecho que nos ocupa.

1.4.1. La actividad física del costalero

Para Cruz Fernández et al. (2001), la actividad física del costalero conlleva la realización de un esfuerzo que exige unos requisitos físicos fácilmente alcanzables por adultos sanos. Sin embargo, esta actividad puede producir en sujetos con minusvalía manifiesta o no conocida un agravamiento del cuadro.

Sin embargo para Albornoz y Baena (1998) y Albornoz y Suárez (2003) la califican como poco recomendable ya que se trata de realizar un esfuerzo físico para el cual el organismo humano no está lo suficientemente adaptado debido a que nuestra anatomía está diseñada para movimientos rápidos y no para ejercicios prolongados, también Rodríguez Asuero (2005) considera que la actividad del costalero no es saludable sana ni aconsejable ya que los esfuerzos y tensiones pueden provocar lesiones de columna vertebral o extremidades inferiores.

Lorenzo (2005) afirma que para la práctica de la actividad del costalero se requiere de una buena condición física; y por su parte Escribano (2008) compara el esfuerzo de un costalero bajo el paso con el que hace cualquier deportista, precisando que un costalero gasta durante su estación de penitencia en torno a unas. 2000-2500 calorías.

Rodríguez y cols. (2005) considera que la actividad del costalero es un trabajo físico duro, llamando la atención sobre el hecho de que el esfuerzo que hacen normalmente no es tenido en cuenta ni por los mismos costaleros.

Blasco (2015) señala que existe al igual que en la sociedad, una tendencia importante al dolor de espalda en los costaleros provocada por la falta de preparación y condición física para realizar dicha actividad, comenzando por la ausencia de fuerza en la región abdominal que es, junto con los niveles bajos de condición física, un factor de riesgo para la aparición del dolor de espalda.

Por último, señalar que Altemir (2003) propone una serie de variables que pueden afectar al trabajo del costalero:

El estado de salud previo a la realización de la actividad.

La altura.

Posturas adoptadas debajo del paso.

Posturas adoptadas fuera del paso.

Protección: uso de fajas ortopédicas, vendajes funcionales, etc...

La igualá

Número de ensayos.

Posición que lleva bajo el paso (patero, costero, fijador, corriente).

Espacio comprendido entre una trabajadera y otra.

Repartir el peso de manera equitativa entre todos los costaleros.

Coordinación de los movimientos de los costaleros.

Preparación física de los costaleros.

Alimentación.

Reparto de kilogramos bajo el paso durante el trabajo.

La ropa del costalero (costal, morcilla, faja, zapatillas).

Meteorología.

Tipo de calle (cóncava, convexa, inclinada hacia arriba, abajo, de asfalto, adoquinada, etc.).

Tiempo de la chicotá.

Número de pasos que saca.

Horas de sueño.

1.4.1.1. Las características físicas del trabajo del costalero.

Cuando se produce la levantá, el esfuerzo del impulso cierra la glotis lo que produce que disminuya el retorno venoso, se aumente la presión del sistema venoso cefálico y haya una disminución del retorno venoso al corazón. Por tanto, disminuye la cantidad de sangre contenida en el alveolo pulmonar, aumenta la resistencia de la circulación menor y existe una repleción de los plexos yenosopariráquideos, situación que sólo debe durar unos breves e intensos momentos (Hermosilla, 1985).

Rodriguez y cols. (2005) afirma que los costaleros desarrollan un trabajo aeróbico, combinado con momentos en los que se llevan a cabo ejercicios de fuerza-resistencia

Por otro lado, Cañizares (2003) hace un repaso sobre las capacidades que necesita el costalero en su trabajo, afirmando que el costalero necesitará las cuatro capacidades físicas (fuerza, velocidad, resistencia y flexibilidad) y la coordinación como capacidad psicomotriz. Este autor, determina que, la resistencia la utiliza el costalero cuando su corazón empieza a latir a más de 120 ppm por la suma de factores como el grado de encarecimiento del aire en las trabajaderas, el cansancio acumulado, el nivel individual de preparación, la coordinación del conjunto de la cuadrilla, el tipo de inclinación del suelo,

el ritmo de la procesión, los relevos realizados. Con respecto a la fuerza, destaca que esencialmente el costalero utiliza la fuerza resistencia, siendo los grupos musculares más solicitados los del tronco y los de los miembros inferiores, tanto agonistas como antagonistas, siendo el tipo de contracción isométrico e isotónico. La velocidad sólo la utilizará el costalero a la hora de reaccionar al martillo, mientras que la flexibilidad, es necesaria con vistas a mejorar la recuperación tras el trabajo y a estirar los paquetes musculares más solicitados en el esfuerzo. Y por último, la coordinación va a ser la que permita al costalero regular sus movimientos con precisión y economía en el gasto energético.

1.4.1.2. El peso soportado por los costaleros

Son muchos los autores que tratan este tema encuadrándolos en distintos contextos, Sánchez Latorre (2002) estima el peso que recibe cada en unos 25kg; Escribano (2008), entre 30 y 35 kg. Por otro lado, Rodríguez (2001), Altemir (2002), Alborno y Suárez (2003) y Pardo (2005) cifran el peso medio transportado por los costaleros en unos 40-70 kg, con un peso medio por costalero de unos 27 kg. Escribano (2008) afirma que la media de peso transportado por los costaleros es de 33 kg; Guillén del Castillo y Pérez (2003) destacan que el peso que transportan los costaleros oscila entre los 28 y los 70 kg., con una media de 41,48 kg por costalero.

Para concluir se presentan los datos de un proyecto final de carrera que Hortal (2008) realizó en la Universidad de Elche, en el que se podía medir de manera real los kg que iban soportando dos costaleros durante toda la estación de penitencia de una cofradía por medio de la creación de dos sensores colocados en uno de los vértices del trono, los cuales expresaron que el costalero situado en este lugar llegó a soportar durante su marcha una media de 65-70 kg, con picos de más de cien kilos.

1.4.1.3. La estructuración temporal del esfuerzo del costalero: Los intervalos de trabajo y descanso, la duración de los relevos.

Con respecto a lo que deben durar las chicotás, o períodos de trabajo, Albornoz y Baena (1998) afirman que no deben ser superiores a los cinco minutos y los descansos deben durar, como mínimo, dos, aunque Sánchez Latorre (2002) llama la atención sobre la diferencia que hay en la duración de las chicotás de los ensayos y las del día de la salida procesional. De hecho, las primeras suelen durar aproximadamente tres minutos, con periodos de descanso de la misma duración, mientras que durante la estación de penitencia el tiempo de trabajo es mayor y el descanso menor.

Sánchez Latorre (2002) afirma que el tiempo de trabajo es superior a las tres horas, mientras que Pardo (2005) establece la duración media del trabajo del costalero en unas 5 horas y 15 minutos.

Por último y en relación al tiempo de esfuerzo y el tiempo de descanso fuera del paso, Altemir (2002) afirma que un mayor número de relevos da la posibilidad al costalero de realizar ejercicios de estiramientos.

1.4.1.4. La frecuencia cardiaca del costalero.

La frecuencia cardiaca media de los costaleros, según Rodríguez (2001) oscila entre las 80 y las 100 ppm, en cambio, Sánchez Latorre (2002) y Rodríguez y cols. (2005) la sitúan entre las 110 y las 140-150 ppm.

1.4.2. La actividad física del hombre de trono

Muy escasa es la bibliografía existente sobre nuestro sujeto de estudio y como ocurría con el costalero suelen ser comunicaciones presentadas a congresos o revistas de tipología cofrade, teniendo la mayoría un carácter divulgativo, costumbrista o pseudo-científico. A pesar de ello parece necesario conocer lo publicado, con referencia al campo de estudio de esta tesis, referente a la actividad física del hombre de trono, para desde ese punto de partida tratar de sentar las bases de un conocimiento científico en dicho campo.

1.4.2.1. Las características físicas del trabajo del hombre de trono

Según Vega, (2011) no cabe ninguna duda que sacar un trono, durante la Semana Santa de Málaga, se debe considerar como una prueba física importante.

Albornoz y Suarez, (2003), en cuanto a la ergonomía, resaltan que al presentar el punto de apoyo un saliente articular como es la articulación acromioclavicular, la cual juega una importante misión en la función del miembro superior correspondiente, es necesario que se proteja con la debida concienciación: con almohadillas lo suficientemente consistentes, que repartan el peso en la mayor superficie posible del hombro, y lo más acolchadas posibles.

Este mismo autor en cuanto a la forma de avanzar cargando del hombre de trono, señala que éste presenta una marcha más normal, comparado con el costalero, en cuanto a la cadencia de paso y a los apoyos de los pies. Por el contrario al llevar el peso soportado sobre un hombro, esto le provoca que en cada paso haya una compensación de todo el cuerpo para corregir la postura y asegurar una marcha eficaz. El balanceo que experimenta el paso al desfilar es consecuencia de ese ajuste de cada hombre de trono para compensar ese desequilibrio de fuerzas que está experimentando. Las diferencias

que presentan las parihuelas de los pasos llevados a hombros por portadores, les confieren características diferenciales y los sujetos precisan de entrenamientos acordes con dichas diferencias.

Méndez (2014) explica: «En cuanto al hombre de trono, lo primero que debe saber es cómo levantar, cargar y bajar el peso correctamente. En los toques de campana iniciales, se situará con el hombro en íntimo contacto con el varal bien situado y pegado al cuello. En el momento de levantar, el esfuerzo lo realizan las piernas, mientras que la musculatura vertebral y la prensa abdominal mantienen rígida la columna evitando lesiones. Iniciada la marcha la postura será la misma haciendo recorrer a los pies un arco hacia adelante y afuera marcando el característico paso. Es de ver la actitud que adoptan muchos de colocar la mano derecha o izquierda debajo del varal como ayuda al hombro. Es una forma de aliviarse, "tangándose", pues no cargarán más que unos pocos de kilos del total que les corresponde, a la vez que arquean el cuerpo hacia atrás o hacia adelante, colocando su columna en las peores condiciones mecánicas para el esfuerzo y en la forma más favorable para producirse lesiones. Al bajar la postura es la misma que al subir pero a la inversa. Las paradas para descansar deben ser lo suficientemente largas como para que los hombres descasen y se refresquen algo y lo suficientemente cortas para que no se enfríe la musculatura que va trabajando sometida a un gran esfuerzo físico».

Díaz-Martín (2004) realiza un estudio sobre un portador y hace una evaluación de las alteraciones hematológicas, urinarias, electrocardiográficas y de presión arterial, tras el sobreesfuerzo de sacar un trono. Sus principales hallazgos fueron: una merma en la talla del individuo de 16 mm y un descenso en el peso de 2,130 kg. El hemograma mostró una merma de las cifras totales de plaquetas, hemoglobina, hematocrito, hematíes y mostró un aumento del número de leucocitos con marcada neutrofilia. En la bioquímica se objetivó un oscurecimiento macroscópico de la orina junto a la presencia de una discreta hematuria microscópica hemoglobinuria proteinuria, aumento de densidad y

elevación de las cifras de creatinina, urea, sodio, potasio y cloro urinarios. Los datos registrados en electrocardiogramas y la presión arterial fueron las normales para individuos sometidos a ejercicio físico de intensidad.

1.4.2.2. El peso soportado por el hombre de trono

Según Vega (2011), el peso soportado, dependiendo de la cofradía y trono, se puede estimar que oscila entre 12 y 20 kilos/portador con un promedio de siete horas aproximadamente de recorrido, y señala que es posible que la posición que ocupe el portador en el trono tenga una especial relevancia en cargar más o menos peso.

Albornoz y Suarez, (2003). Describen y dan su punto de vista del trabajo biomecánico del hombre de trono determinan, que recibe la carga sobre un hombro, a través de una almohadilla. Este hecho hace que el portador adopte una posición asimétrica con respecto al eje de la columna vertebral. La transmisión de la carga se hace compensando con la musculatura de la espalda hasta que ésta termina en los pies, aunque siempre de forma irregular: por ejemplo si el porteador sujeta el paso con el hombro derecho, a nivel de la columna lumbar izquierda la presión sobre los discos intervertebrales será mayor. La columna cervical se defenderá del peso que soporta el hombro sobre el que esté apoyado el paso de dos maneras; una, presentando una contracción mantenida de la musculatura propia de dicha zona y, otra, con un bloqueo articular de las vértebras cervicales y dorsales altas.

1.4.2.3. Lesiones del hombre de trono

Díaz-Martín (2004) Los signos anormales detectados durante la procesión soportaron un diagnóstico de rabdomiolisis. Según la bibliografía consultada por este autor, este tipo de patología se ha descrito para este caso como; secundaria a ejercicios enérgicos realizados por ciclistas, corredores de maratón, practicantes de halterofilia, levantadores de peso y consumo de fármacos entre otras. La aparición de la rabdomiolisis tras el ejercicio físico se relaciona con el número de fibras musculares activas, el estado físico del sujeto y el tipo de contracción muscular. Una contracción muscular excéntrica, definida como contracción activa, seguida de vencimiento de resistencia como ocurre en los levantadores de peso, la halterofilia o en el caso estudiado, conlleva importantes lesiones musculares. Recomendando, en sus conclusiones, que una prevención activa se obtendría mediante la preparación previa mediante entrenamiento, que aumente la condición física del portador de tronos.

Méndez (1984) enumera las lesiones más frecuentes observadas a lo largo de años de registro en centros hospitalarios de la ciudad durante Semana Santa

1. Lesiones ligamentosas.

A. Esguinces (Rotura parcial de un ligamento). Frecuentes en el tobillo, al doblarse éste por un accidente no previsto del terreno.

Otras localizaciones: en rodillas, sobre todo en ligamento lateral externo.

B. Roturas completas: en tobillo, acompañadas de fractura de peroné.

2. Lesiones musculares.

A Roturas fibrilares: frecuentes en músculos: cuádriceps (cara anterior del muslo) músculos gemelos (cara posterior de la pierna).

Sobre todo al iniciar la carga sin calentamiento y de forma brusca.

B. Roturas musculares completas: muy dolorosas e invalidantes. Son excepcionales.

C. Lumbalgias y dorsalgias: (dolor en zona lumbar y dorsal) producidas por el propio esfuerzo en posturas no correctas, esfuerzos violentos, etc. Muy frecuentes.

A veces el dolor se irradia hacia una o ambas piernas dando cuadros de Lumbociática. Indican, además de la lesión muscular, afectación de alguna raíz nerviosa a su salida de la columna.

D. Calambres musculares (contracturas bruscas y sostenidas de algún músculo o grupo de los mismos). Relativamente frecuentes, son a causa de esfuerzos sostenidos o tras un período de esfuerzo al reintegrarse a la actividad en frío.

3. Lesiones tendinosas.

A. Roturas parciales: Excepcionales.

B. Roturas completas: Son raras, no obstante sí hemos visto una rotura completa del Tendón de Aquiles que requirió tratamiento quirúrgico.

C. Tendinitis: (inflamación de las vainas tendinosas). No son frecuentes. Las más observadas han sido en tobillo (Tendón del Músculo. Tibial Posterior) y antebrazo (Tendones extensores).

4. Lesiones óseas.

A. Fracturas cerradas: Las más frecuentes observadas han sido fracturas de tobillo, aún así son raras.

B. Fracturas abiertas: Lesiones complejas; aún menos frecuentes. Las observadas correspondían a fracturas abiertas de pie, producidas por aplastamiento con la pata del trono.

Se pueden producir otro tipo de lesiones vertebrales en jóvenes que aún no han terminado el crecimiento.

5. Lesiones nerviosas.

A. Miembro superior: Parálisis transitorias de miembro superior por elongación o hematoma y compresión del plexo braquial. Cedieron con tratamiento médico y rehabilitador en un plazo máximo de tres semanas. Aparecieron al día siguiente de llevar el trono y no dejaron secuelas.

B. Miembro inferior: Lumbociática por hernia discal y compresión radicular. Son relativamente frecuentes y requieren, en muchos casos, tratamiento quirúrgico. Más frecuentes en tercera y cuarta década de la vida.

6. Lesiones de piel

A. Escoriaciones con equimosis. Extravasación de sangre subcutánea o pequeñas lesiones en la piel del hombro. Más frecuente si se produce deslizamiento del varal sobre el hombro.

B. Hematomas en región del hombro por la misma causa. Ambas lesiones son muy frecuentes y aparecen prácticamente en todos los portadores. Curan sin secuelas.

1.4.2.4. Frecuencia cardíaca del hombre de trono

Díaz-Martín (2004) en su estudio electrocardiográfico reveló una taquicardia sinusal mantenida durante el esfuerzo en rango de 105 a 185 latidos por minuto. En reposo y seguidamente tras esfuerzo el registro electrocardiográfico mostró ritmo sinusal a 63 y 84 latidos por minuto respectivamente. Debe señalarse que el estudio se llevó a cabo solo con un sujeto, el propio investigador.

El único estudio específico sobre el hombre de trono y su frecuencia cardíaca se realizó hace unos años (Hinojosa, 2011), cuando comenzaron nuestras investigaciones sobre el mismo; se contó con una muestra de 11 casos, registros de la frecuencia cardíaca durante la salida procesional, de seis sujetos, varones de entre 21 y 42 años, y diferentes niveles de condición física. El 65% del tiempo las pulsaciones se encontraron entre 91 y 110 ppm. Tras el análisis de los datos de la investigación, se concluyó que: «se puede intuir que el esfuerzo realizado por el hombre de trono puede clasificarse según Neumann en Lehnertz, (2001) como un ejercicio de Resistencia Aeróbica de Larga duración IV; su duración y la frecuencia cardíaca registrada así lo parecen indicar».

1.4.3. Estudios científicos sobre costaleros y hombres de trono

Poca es la literatura que habla sobre los costaleros y hombres de trono a nivel físico con el mínimo rigor científico requerido para la generalización de los datos, en este sentido hemos de determinar cuatro estudios:

1.4.3.1. Repercusión del estrés fisiológico en personas sanas motivado por el trabajo físico como costaleros/as en los desfiles procesionales de Córdoba. Estilos y calidad de vida de esta población

Pérez Jorge (2008) presenta su trabajo sobre los costaleros desde diversas vertientes, las cuales va desgranando a lo largo del trabajo en diferentes estudios realizados en diferentes años. Un primer estudio experimental de tipo fisiológico le lleva a indagar en la repercusión del esfuerzo realizado sobre el organismo en general, este es el eje y soporte fundamental de su trabajo de investigación.

Recoge, el precitado autor en el preámbulo, que una vez avanzado el estudio fisiológico consideró ineludible conocer el aspecto humano, así como la calidad y estilos de vida de los costaleros, máxime cuando no había ningún estudio al respecto. En definitiva, quería partir de un conocimiento previo de esta población, para poder interpretar adecuadamente los resultados obtenidos en la investigación. Se apoyó para ello en un diseño de investigación cualitativa de marcado carácter sociológico, y por otro lado, pretende acceder a estudiar de forma rigurosa las prácticas y creencias, además de estilos y calidad de vida de los costaleros.

En los siguientes puntos se resume como define el autor los fundamentos conceptuales de su investigación:

«Calidad de Vida Relacionada con la Salud. El concepto de salud debe de estar orientado no sólo a la eliminación de la enfermedad, sino fundamentalmente a la mejora

de la calidad de vida del paciente: someter al organismo a un programa de entrenamiento con la finalidad de mejorar su estado de forma, contribuye a mejorar la capacidad funcional global del organismo. El ejercicio físico, practicado de manera regular y en la forma apropiada, es la mejor herramienta hoy disponible para fomentar la salud y el bienestar de la persona».

Como consecuencia de este planteamiento, y en el preámbulo del diseño, el autor continúa diciendo; «... se vio necesario, a) realizar un estudio de aproximación al mundo del Costalero Cordobés, b) valorar el índice de calidad de vida relacionada con la salud de los costaleros cordobeses, c) evaluar los estilos de vida de estos costaleros y d) estudiar las repercusiones fisiológicas derivadas del estrés físico como costalero. Para ello, en principio, tenemos que conocer las cargas que levantan, transportan y movilizan estos jóvenes, para así conocer la magnitud de su trabajo».

Y con estas premisas plantea dos hipótesis:

- 1) Los costaleros cordobeses poseen una calidad de vida relacionada con la salud y unos estilos de vida saludables, y
- 2) el esfuerzo realizado por los costaleros cordobeses, durante los desfiles procesionales de la Semana Santa, es intenso.

Para desarrollar la hipótesis primera utiliza dos cuestionarios, uno el cuestionario SF-36 versión 1, y otro avalado por diversos autores que valoran las prácticas y creencias relacionadas con el estilo de vida. Estos dos cuestionarios los aplica a una muestra representativa de los costaleros cordobeses, así como a una muestra de estudiantes de 2º y 3º de Magisterio de la especialidad de Educación Física, que es tomado como grupo control.

Para la segunda hipótesis, realiza dos intervenciones. En una cuantifica el trabajo que realizan estos jóvenes costaleros, a través de la valoración de las cargas que levantan, transportan y movilizan. Y en la otra se propone valorar la respuesta al esfuerzo físico que realizan estos jóvenes costaleros, mediante la determinación de una serie de parámetros bioquímicos, hemodinámicos, neuroendocrinos, inmunológicos y antropométricos, tanto en condiciones basales, como post-esfuerzo, que posteriormente analiza y compara. La población diana son los costaleros de la Semana Santa Cordobesa entre 18 y 25 años.

En la primera intervención de la hipótesis 1, la investigación se llevó a cabo sobre una muestra de costaleros ($n=76$), donde participaron individuos pertenecientes al 71% de las Hermandades cordobesas. Como grupo control se trabajó con una muestra de estudiantes varones ($n=53$). El trabajo de campo se realizó entre enero y marzo del año 2007. La edad media de los costaleros encuestados era de 25,61 ($\pm 7,04$) años, (desviación típica entre paréntesis) con un mínimo de 16 años y máximo de 44 años, por rangos entre 16 y 24 años el 55,9% y, entre 25 y 44 años el 44,1%. En cuanto al grupo control de estudiantes, la edad media era de 20,76 ($\pm 1,44$) años, un mínimo de 19 años y máximo de 24 años.

En las conclusiones de este apartado dice el autor: «De los resultados obtenidos se induce, que tanto los costaleros como los estudiantes están preparados para realizar todo tipo de actividades físicas, incluso las más fuertes, sin gran limitación y no tienen ningún problema con el trabajo u otras actividades diarias como resultado de la salud física. Igualmente, realizan actividades sociales normales sin interferencias debidas a problemas físicos o emocionales y no encuentran ningún problema con el trabajo u otras actividades diarias como resultado de problemas emocionales. Entre los alumnos de educación física y los costaleros no se encontró diferencia significativa para el componente físico, sin embargo, se observaron rangos promedios superiores en los costaleros para el

componente mental que, según la prueba de Mann-Whitney, resultaron ser estadísticamente significativos. El estado de calidad de vida relacionada con la salud de los costaleros, es prácticamente igual en el componente físico y significativamente mejor en el componente mental que el de los estudiantes de educación física, así como se mantiene en los niveles en el componente mental, pero supera los valores medios en el componente físico respecto a la población española de referencia».

En la hipótesis dos, en su primera parte, recoge datos estadísticos de la cuantificación de las cargas soportadas por los costaleros, lo realizan con un método observacional de la población a estudio, mediante personal entrenado para ello que refleja en una hoja de recogida de datos todas las incidencias del recorrido procesional de los costaleros, paradas, levantadas del paso etc. Previamente se tiene estudiada la cantidad de kg soportado por cada costalero. La intervención se realiza en tres años consecutivos del 1999 al 2000, siendo la población a estudio de diferentes cofradías cada vez, siendo el número de costaleros estudiado; seis en 1998, once en 1999 y dos en 2000, este último año fueron mujeres las estudiadas, de la única cofradía portada por mujeres de Córdoba de la Hermandad de la Humildad. Con una edad mínima de 14 años y una máxima de 29 años. Los parámetros objeto de estudio fueron los siguientes: a) Peso transportado por el costalero/a: Para su determinación, se tuvieron presentes una serie de variables: Peso del paso; Número de levantás; Tiempo total empleado en las chicotás (espacio recorrido entre la izada y bajada del paso); kg movilizados en cada levantá; kg transportados en cada chicotá; Total de kg levantados, más los transportados (kg movilizados). b) Descanso de los costaleros (tiempo de descanso); c) Edad de los costaleros y d) Entrenamiento previo. Con respecto al peso del paso aclara el autor... «hay que destacar, que el peso del paso es un valor aproximado facilitado por el capataz de la Hermandad correspondiente, ya que resultaría inviable poderlo determinar con exactitud. Esto conllevaría proceder a su pesaje pocas horas antes del desfile, puesto que la ornamentación del mismo se prolonga hasta última hora. No obstante, los expertos consultados confirman que el peso facilitado por el

capataz se ajusta bastante a la realidad». En las tablas del estudio no aparecen estos pesos estimados, solo los pesos acumulados en el total de “chicotas” por los costaleros, con unos máximos-mínimos su correspondiente promedio.

En cuanto a los pesos soportados por cada individuo estos son los datos que nos apunta el autor; en el caso de los hombres, los máximos están en 70 kg y en mujeres en 30; para bajar a unos mínimos de 28 y 25, respectivamente, marcándose unas medias de 41,48 kg para los costaleros y 27,5 para las costaleras. Otro de los parámetros medidos es el tiempo empleado en la “chicotá”, o sea, total de carga efectiva medido en tiempo; máximo 281 min = 4 h 41 min, mínimo 139 min = 2 h 19 min y un promedio de 187 min = 3 h 07 min.

Al no contar con elementos de medida o estudios similares de carga para determinar el consumo de kcal, el autor recurre a un estudio realizado por Jairo Estrada Muñoz (1993), donde se compara el gasto energético de diferentes actividades. Según este estudio, la actividad que realiza el costalero es comparable a la consistente en caminar por terreno plano con una carga de 75 kg, a una velocidad de 3,5 km/h. Esta es la aproximación más parecida que encuentra el autor, ya que el trabajo del costalero no es de 75 kg, pero se puede comparar con la citada actividad, y por lo tanto la cataloga como *fuerte o enérgica*, situándose en torno a los 49-50 kJ/min, lo que equivale a un gasto calórico de 11,7-12 kcal/min. Basándose en estos datos, el autor calcula un trabajo y el gasto calórico. De estos argumentos deduce que el trabajo o estrés físico al que están sometidos los jóvenes costaleros de la Semana Santa de Córdoba, durante los desfiles procesionales, es muy intenso.

En la segunda parte de la hipótesis dos, nos muestra un interesante estudio prospectivo y controlado, realizado sobre una población de 13 jóvenes costaleros, con edades comprendidas entre los 18 y 25 años.

En ellos se analizaron una serie de parámetros hemodinámicos, cardiocirculatorios, respiratorios, neuroendocrinos (hormonales), inmunológicos y antropométricos, tanto en condiciones basales, como post-esfuerzo al finalizar. La intervención contó con colaboradores especializados, médicos, enfermeros entre otros, y así como el apoyo de entidades hospitalarias para el análisis de las muestras. Los valores estudiados fueron los siguientes:

Hemograma; - leucocitos, - hematíes, - hemoglobina, - hematocrito, - plaquetas.
Fórmula Leucocitaria; - neutrófilos, - linfocitos, - monocitos, - eosinófilos, -
Bioquímica en sangre; - glucosa, - urea, - creatinina, - sodio, - potasio.
Proteínograma; - proteína, - albúmina, - lactato deshidrogenasa.
Fraccionamiento del colesterol; - colesterol total, - triglicéridos, -
colesterol- HDL, - colesterol- LDL, - glutamiltransferasa, - fosfatasa alcalina, -
Determinaciones neuroendocrinas; - cortisol, - corticotropina, - sistema renina-
angiotensina, - hormonas tiroideas (T4 libre), - hormona del crecimiento, - testosterona.
Variables respiratorias; - capacidad vital forzada, - flujo espiratorio máximo, - volumen
espiratorio forzado en el primer segundo, - ratio (volumen espiratorio forzado en el
primer segundo / capacidad vital forzada).

También se analizó la saturación de oxígeno, peso y talla.

En las conclusiones de este apartado no encuentra nada fuera de los parámetros normales, expresándolo el autor en los siguientes términos: «... y en comparación con los valores obtenidos en estudios realizados sobre poblaciones de similares características,

teniendo en cuenta además el tipo de esfuerzo (duración y carga a la que se ven sometidos), el tipo de cualidad física que predomina (Fuerza-Resistencia, con un alto componente aeróbico), el tipo de contracción que prevalece (excéntrica con algo menor de componente concéntrico y componente isométrico en momentos puntuales) y la gran pérdida de peso motivada por la deshidratación acompañante, podemos concluir que el trabajo o estrés físico al que están sometidos los costaleros cordobeses, durante los desfiles procesionales de la Semana Santa, es considerablemente intenso».

1.4.3.2. La Actividad Física del Costalero Sevillano. Hábitos y costumbres

Gavala González, (2009) justifica su trabajo del siguiente modo:« el propósito de este estudio es dar a conocer la figura del costalero visto desde las Ciencias del Deporte, no desde el punto de vista de lesiones, su sintomatología o cómo rehabilitarlas, sino conocer cómo es el perfil del costalero, cuáles son los hábitos (físico-deportivos, alimenticios, etc.) que llevan a cabo tanto durante todo el año como durante la Cuaresma y la Semana Santa, incidiendo de manera exhaustiva en conocer cuál es su preparación física para esta gran tarea». En los capítulos de su tesis desgana el concepto, la génesis y la evolución de la figura del costalero y en qué consiste el esfuerzo del mismo durante la salida procesional y los meses previos.

Según relata, las hipótesis de su trabajo están en torno a las diferencias entre el costalero actual y al que denomina profesional, las motivaciones que le mueven a salir debajo de un paso, y cree que no les mueve un fin concreto. En cuanto a la preparación física, duda de que se preparen adecuadamente para su cometido, y que el mismo día ni calientan ni estiran. Referente a la salud su hipótesis le hace afirmar que ninguno pasa una revisión médica antes de la Semana Santa, y los hábitos de tabaco y alcohol que se establecen como normales en su vida diaria, se ven reflejados en el día de la salida procesional. El trabajo de investigación pretende recabar información sobre cuestiones,

algunas de ellas, difícilmente sondables a través de la observación directa, ya que en ella se intenta conocer aspectos subjetivos como pensamientos, valoraciones, opiniones, motivaciones, comportamientos o conocimientos, etc. que son imposibles de conocer mediante la observación directa del investigador, por lo que se hizo necesario interrogar al sujeto. Por lo tanto utilizó la observación objetiva de los costaleros, y lo complementó con una entrevista para cumplimentar un cuestionario, el cual divide en bloques temáticos; bloque socio demográfico, bloque de vida cofrade, bloque de preparación física, bloque sobre la indumentaria del costalero, bloque de hábitos del costalero, bloque de los riesgos del costalero, bloque de Centro de Atención al Costalero y bloque de práctica deportiva. La población total estimada era de 8 504 costaleros, y la muestra calculada para el estudio de 1400 en total, pertenecientes a las cuadrillas de las 59 hermandades que debían realizar su estación de penitencia a la Santa Iglesia Catedral en la Semana Santa de 2 008. El cuestionario, se les pasó a los costaleros durante la cuaresma previa.

Explica, al tipificar su estudio que la técnica estadística se basó en análisis cuantitativo; descriptivo e inferencial.

De los resultados obtenidos detallamos:

Edad: el 82,7% de los costaleros tenían menos de 35 años, solo un 6,6% eran mayores de 40 años. No estipulando máximos ni mínimos, media ni desviaciones de esta.

Tipo de actividad laboral:

Los clasifica en Sentado 34,7%, Coche 14,9%,

De pie 28,0%, Esfuerzo físico 14,3% y Otros 8,1%.

Años que lleva saliendo de costalero:

Ordenados de mayor a menor, el rango más numeroso es el que declara llevar entre seis y diez años con un 25,9%, entre once y quince años 21,5%, entre dos y cinco años 19,4%, entre dieciséis y veinte años un 14,5%, entre veintiuno y veinticinco 10,3% y por último con más de veinticinco años costalero un 6,0%.

Percepción de la retirada como costalero:

La gran mayoría, siete de cada diez, admiten que no han pensado, pero que «seguirá siendo costalero hasta que el cuerpo aguante». Otros, uno de cada diez dicen «hasta que deje de disfrutar» y «hasta que cumpla una determinada edad».

Consideración de la estación de penitencia como un esfuerzo físico: el 90,6 % de los costaleros sevillanos consideran la estación de penitencia como un esfuerzo físico a tener en cuenta siendo los resultados de bastante importante 23,5% o muy importante 67.1%. Un 9,4% estima que este esfuerzo no es tan importante, poco importante, o como un esfuerzo físico nada importante.

Ensayos y preparación física previa: Los ensayos empiezan más o menos con la Cuaresma, de hecho el 85% de los costaleros así lo confirma, 60,1% declaran empezar dos meses antes de Semana Santa y el 23,1% comentan que empiezan a ensayar un mes antes del Domingo de Ramos. Aunque existen cuadrillas que inician los ensayos tres meses antes de la Semana Mayor, el 10,9%, e incluso el 4,9% con cuatro meses de antelación. Con respecto a la preparación general, propiamente dicha, para salir de costalero sólo la harían los que van al gimnasio los meses de Cuaresma 15,7% o los que hacen ejercicios gimnásticos por su cuenta 14,3%. En total, un 20,86% del total afirmaban hacer dicha preparación física. Sin embargo ante la pregunta de si hace deporte

habitualmente la respuesta es de un 77,1% afirmativo contra un 22,9%. En cuanto a la frecuencia el 30% dice realizar actividad todos los días, un 40% de dos a tres veces por semana, el 19% dice que solo los fines de semana hace algo de ejercicio y el resto, de los entrevistados, hace deporte cuando se acuerda o solo en períodos vacacionales.

Hábito de hidratación durante el recorrido; afirman beber agua el 40,26%, el 26,56% dicen consumir refrescos, casi un dieciséis (15,97%) toma cervezas y 15,18% se decantan por las bebidas energéticas o isotónicas, la cantidad de los que recurren a las bebidas alcohólicas durante la procesión son el 1,14%, y finalmente la proporción que bebe zumos es ínfima el 0,89%. Cuidan su dieta el día de la salida; un 65% responde de forma afirmativa y el 35% dicen que no cuidan su dieta ese día.

En su discusión comienza comparando las medias de edad de los costaleros, para ello referencia diferentes estudios realizados en algunas provincias Andaluzas; Córdoba, Cádiz y Sevilla 28 años, Granada y Úbeda (Jaén) con 25 años de media, situando su estudio en un rango de edad de entre 21 y 35 años. De igual forma compara las medias de años de experiencia como costalero de dos publicaciones una de diez años, señala el autor que es un dato poco preciso, y otra de Granada de 8,7 años, medias que son comparadas con la horquilla, que arroja su estudio, de seis a diez años de experiencia como costalero.

Respecto al número de pasos que porta durante la Semana Santa, recoge datos para situar a Córdoba y Cádiz con un solo paso y Granada entre dos y tres pasos, situando el autor el suyo entre uno y dos.

A la pregunta de la edad de retirada, compara con diferentes trabajos que estiman esta frontera, los más concretos, entre 35 años como máximo uno y 47 otro, pero lo predominante es la afirmación de *«hasta que la condición física acompañe»* coincidente esta con su estudio.

En cuanto a la preparación física comienza por determinar que es una actividad dura, con periodos de trabajo de cuarenta a sesenta minutos, con iguales períodos de descanso, de mínimo cuatro horas hasta las más largas de doce horas. El autor, analiza publicaciones de pesos soportados por persona en diferentes localidades Españolas, existiendo disparidad en cantidades, según el trabajo consultado varía entre 28 kg de Cádiz y los 70 kg de Elche (Alicante). En su estudio, Gavala dice que el promedio estimado lo obtiene de las apreciaciones de los capataces, situándolo en 35,66 kg.

Tanto en el apartado de pesos como de frecuencias cardíacas, el autor, referencia diferentes trabajos que son contradictorios en cuanto a las cifras, pero en lo que todos están de acuerdo es la dureza de la actividad del costalero en la salida procesional. Resaltando la importancia de una buena preparación física para poder llevar a buen término, sin lesiones, este cometido. Si bien, toma conciencia por su estudio que los costaleros Sevillanos, y por los resultados de su encuesta, de que estos no cuentan con la mejor preparación de forma habitual. En la mayoría de los casos se limita a los ensayos de cuaresma, y a una actividad física habitual muy moderada en términos generales. En los hábitos alimenticios en el estudio sólo se pregunta si cuida especialmente la alimentación de ese día, sin entrar a valorar los componentes de dicha dieta, con resultado dicotómico sí/no. Sin embargo referencia diferentes autores que escriben sobre el tema de costaleros, con sus aportaciones específicas.

En los mismos términos se expresa en cuanto a la hidratación, recogiendo opiniones de los mismos autores expresadas en foros de congresos o jornadas dedicadas al mundo del costalero. Resaltando que de los pocos datos empíricos que existen a este respecto; en uno observó que los costaleros no bebían agua durante los ensayos, mientras que llegaban a beber un litro de este líquido durante la estación de penitencia. Y finaliza remarcando de nuevo los resultados porcentuales, de su estudio, en este apartado.

Su tesis la concluye con la propuesta de fundación de un Centro de Preparación Física del Costalero, cuya labor sea la de valorar el estado de salud del costalero, proponerle un entrenamiento adecuado a la tarea que va a realizar y a sus propias características y dotar de un espacio físico para posibilitar a estas personas la realización de dicho entrenamiento. Éste debería estar supervisado por personal cualificado, que al mismo tiempo debería sensibilizar a este colectivo de la importancia de la realización de un pequeño calentamiento antes del esfuerzo así como unos estiramientos después del mismo.

1.4.3.3. Trono procesional para la semana santa de Málaga. Diseño y análisis de una nueva solución estructural

Joaquín Jiménez (2011) realizó un trabajo de proyecto final de carrera, con vistas a la obtención del título de ingeniero industrial, con el título antes señalado.

Los objetivos de su estudio fueron: el diseño de una estructura optimizada para el trono de Semana Santa de María Santísima de la Esperanza, titular de la Archicofradía del Paso y la Esperanza, el cálculo de los nuevos varales continuos sobre los que procesionará el trono montado sobre la nueva estructura, la supervisión de la construcción de la estructura. Del mismo modo hacer una estructura diáfana; esto facilita el trabajo de los hombres de trono situados en la parte interior del mismo y, a su vez, permite incorporar nuevos portadores en esa zona y dotar a la estructura de una rigidez considerable que limite, en lo posible, las deformaciones en el conjunto para conseguir una óptima conservación de la artesanía del trono.

Como objetivo derivado, se propuso la creación de una herramienta técnica para la mejora de la distribución de los hombres de trono en los varales, para optimizar el reparto de carga.

Por último, se efectuó un estudio dinámico del trono mediante simulación informática para observar las fluctuaciones de carga que tienen que soportar los hombres de trono como consecuencia del movimiento del palio. Estudio éste pionero y único en su género. En el cual, radica su principal aportación al estudio que nos ocupa del esfuerzo del hombre de trono.

Estudio de la optimización del reparto de pesos

Señala Jiménez (2011) que los hombres que soportan mayor peso son los hombres altos situados en la zona de cabeza y de cola, mientras que a medida que la altura de los portadores disminuye y su posición se acerca al centro del varal, el peso que soportan va decreciendo. Esto es debido, a que la diferencia de altura entre los portadores es mayor que la flecha que se produce en el varal, es decir, que la rigidez del varal impide que su deformación sea suficiente para equipararse al tallaje de los hombres.

Se realizó un estudio teórico para conseguir un reparto de peso equilibrado entre todos los hombres de trono. El objetivo del estudio es averiguar la talla óptima de cada hombre de trono dependiendo de la posición que ocupe. Teniendo en cuenta el número y disposición de hombres, el peso total del trono y las características, tanto geométricas como mecánicas de los varales, se realizan una serie de operaciones que dan como resultado la talla necesaria dependiendo de la posición.

El estudio consistió en hacer un cálculo inverso, es decir, vista la deformación que sufren los varales cuando todos los hombres de trono ejecutan la misma fuerza vertical, se adaptan las tallas de los portadores a la deformación obtenida de forma que la distribución de pesos resulta perfecta. Se detalla a continuación el proceso que se siguió:

En primer lugar son datos necesarios el peso total del trono, 4 918 kilogramos y el número total de portadores, 264. Se obtiene entonces que en condiciones idóneas de reparto de peso cada hombre de trono debe soportar 18,63 kilogramos. El número de portadores puede variar porque se desconocen la cantidad de personas que formarán parte del nuevo submarino, en cualquier caso, los resultados finales no sufren desviaciones de interés. Es necesario conocer también la distribución de los hombres de trono en los varales. En los varales exteriores hay 42 portadores y en los seis restantes van situados 12 en la zona delantera y 12 tras el cajillo. Se ha decidido realizar el estudio con 36 portadores en el submarino, 6 en cada varal.

Explica Jiménez (2011) que con estos datos se realizó un modelo virtual del trono en el programa de cálculo con unas características especiales. Copia del modelo final del cual se extraen los resultados descritos, se encuentra restringido de movimiento vertical en cuatro puntos de la zona central de la plataforma superior y en lugar de tener apoyos tienen elementos no lineales (GAP) simulando a cada portador, se sustituyen cada uno de ellos o una fuerza en dirección vertical y sentido ascendente de valor 18,63 kilogramos. La suma de todas estas fuerzas equilibra el peso total del trono, 4918 kilogramos, con lo que las reacciones en los apoyos resultan nulas. El hecho de apoyar la estructura en cuatro puntos de la parte central de la plataforma superior se explica porque su única función es restringir movimiento para poder realizar el cálculo matricial, y situando los apoyos en esta posición la deformación de los varales, que este estudio es lo importante, no se ve comprometida.

El autor incluye también tablas con valores que sirvan como indicaciones para el acoplamiento correcto y cinético de los hombres de trono, información interesantísima y única en su género y que ha proporcionado a la cofradía una herramienta para un mejor tallaje y acoplamiento de los hombres de trono.

Continúa explicando Jiménez que: con la optimización de las tallas se consigue una desviación de carga entre el portador que más peso soporta y el que menos del 12,5%, mientras que con las tallas dispuestas para 2011 la desviación ascendía al 76%. Se observa que en el estado real la zona más alejada de la ideal es la zona del cajillo, donde las tallas de los portadores son muy inferiores a la necesaria, lo que provoca que realicen el recorrido con una carga mucho menor que la carga ideal de 18,6 kilogramos. Esta perturbación provoca en el resto de los portadores una sobrecarga, alcanzándose varios picos en torno a 21 kg. Para que la distribución de pesos en la zona del cajillo sea equilibrada los portadores que se encuentren en el mismo puesto de varales diferentes deben tener la misma talla.

Según el autor, un dato que se desconoce es la pendiente de las calles para evacuar el agua. No se introdujo este dato en el estudio porque es una característica del terreno que varía bastante dependiendo de la calle que se transite. No obstante, suponiendo una pendiente transversal de la vía del 2,5%, teniendo en cuenta la anchura del trono, supone entre los varales exteriores y los centrales una variación de 4 centímetros. En este caso, se debe reducir 1 centímetro la talla de cada puesto respecto al mismo puesto del varal colindante exterior.

Se incluye también un estudio dinámico el cual como se ha indicado con anterioridad es inédito y puede ser interesante para conocer el comportamiento durante la salida procesional de estas grandes estructuras y por consiguiente obtener más datos fidedignos sobre el esfuerzo al que se enfrenta el hombre de trono.

Estudio dinámico

Jiménez (2011) llevó a cabo una estimación del sobrepeso que soportan los hombres de trono como consecuencia del movimiento del trono durante su procesión.

Para valorar los efectos dinámicos se ha efectuó un estudio del trono en fase de movimiento en el que se ha realizó una estimación de la sobretensión que se produce en los elementos estructurales, así como la sobrecarga que sufren los hombres de trono. En base a criterios de rendimiento informático el autor decidió cambiar los 264 apoyos GAP por un número igual de resortes lineales capaces de asumir reacciones en los tres ejes cartesianos. De esta forma, se pueden observar las cargas laterales a las que se someten los hombres de trono debido a la marcha. Se tienen en cuenta tanto el peso propio de la estructura como el resto de cargas que simulan el peso de los diferentes elementos del trono. Resultan muy importantes en fase dinámica los efectos que producen las barras de palio y sobre todo el propio palio. Aunque su peso es un porcentaje escaso del total, el hecho de encontrarse muy alejado del centro de gravedad del conjunto y de que las barras de palio estimulan su desplazamiento tanto frontal como lateral, hace incrementar notablemente las fuerzas de inercia que tienen que soportar los elementos y los hombres de trono.

También se incluye en la simulación una recreación del estándar de desplazamiento del hombre de trono que según el autor es: a una velocidad de un paso por segundo y un desplazamiento lateral en cada paso respecto a la dirección frontal de 50 milímetros. Para ello introdujo un desplazamiento lateral a cada apoyo de 50 milímetros, que simula el movimiento lateral del cuerpo en un paso.

1.4.3.4. Evaluación de la resistencia de los hombres de trono. Estudio y valoración diagnóstica para la formación.

Juan Antonio Poblete (2012) en su Tesis Doctoral analiza el nivel de conocimiento que tiene una muestra de hombres de trono de Málaga sobre factores que hacen aumentar el rendimiento físico. También se les midió su nivel de aptitud frente a la prueba de la salida procesional.

El método utilizado fue un cuestionario recopilador de información de hábitos y escalas numéricas de las sensaciones finales y la aparición del cansancio y dolor.

En la primera parte, y para centrar el trabajo sitúa al personaje objeto de estudio dentro de su contexto histórico, para intentar comprender la motivación que le lleva al esfuerzo que significa una salida procesional, este es uno de los objetivos de su marco teórico. Otro es entender su labor debajo del trono desde la óptica del ejercicio físico, esto le conduce a valorar este esfuerzo a partir del cansancio o el dolor que pueda padecer, ambos factores como precursores de posibles lesiones no deseables. Los componentes fundamentales del ejercicio físico desempeñado por los hombres de trono son la preparación previa, la alimentación, la hidratación e incluso las características físicas propias del individuo. Es en esta primera parte de su tesis donde se fundamenta el marco fisiológico del esfuerzo que el hombre de trono realiza para conseguir su trabajo

En la segunda parte plantea un trabajo orientado a determinar el grado de conocimiento, que tienen los participantes en el estudio, sobre estos fundamentos y detectar las carencias que puedan llevar a plantear acciones formativas. De igual forma se analizaron las diferentes facetas personales y fisiológicas que se estiman tienen un papel determinante en el hecho de portar un trono. Incluso busca las competencias latentes, no expresadas por tanto, que hacen que un hombre de trono sea capaz de terminar con éxito

su salida procesional. Para ello se apoya de cuestionarios numéricos con implementaciones en el terreno de las Ciencias de la Salud de corte psicométrico.

Todo ello con la finalidad de crear un marco conceptual desde el cual se puedan abordar líneas de trabajo, tanto preventivas como educativas, encaminadas a detectar posibles lesiones y mejorar el rendimiento de los hombres de trono mediante propuestas de programas específicos de formación.

Los resultados obtenidos dan un diagnóstico de las carencias formativas de estos factores que influyen en el rendimiento físico, en referencia a la alimentación, hidratación y preparación física. La Teoría de Respuesta al Ítem extrae, de los resultados de las escalas numéricas, un patrón de aptitudes de la muestra investigada.

Las conclusiones que se desprenden de su tesis son las siguientes:

Ha realizado una aproximación al perfil tipo del hombre de trono de la Semana Santa de Málaga, el mismo ha sido extraído de una población a su entender, significativa por el número de individuos analizados y por las características de la cofradía que se prestó al estudio. La edad y su morfología, estatura, peso e IMC nos revelan el prototipo físico de estos hombres de trono. Destaca que presentan unos promedios de obesidad altos, y que estos se encuentran ligados de forma directa a la edad.

Los resultados reflejan una falta de conocimiento de la correcta forma de alimentación e hidratación orientada al ejercicio físico que significa sacar un trono de Semana Santa. Así como una falta de preparación física específica para afrontar el reto que supone la salida procesional. Posiblemente por una falta de tradición y/o

especialización de los hombres de trono, tal y como sucede en otras provincias de Andalucía.

Los efectos de la carga, expresados en cansancio y dolor, cuantificados al finalizar la procesión o su aparición durante la misma, mostraron una íntima relación. La aparición temprana de ambos efectos durante el recorrido hace que la sensación final sea mayor. No se encontraron grandes hallazgos que relacionen las variables estudiadas con los efectos de la carga. Incluso algunas de las correlaciones encontradas guardan una consistencia discutible. Salvo en las variables de los efectos de carga entre ellas mismas. Asimismo reconoce el autor que es posible que el método de encuesta diseñado no sea el mejor para crear variables relacionales entre sí.

Para finalizar, se permite afirmar que los hábitos del hombre de trono muestran carencias suficientes como para tomar medidas educativas que aporten conocimiento de estos temas, para ello aporta unas orientaciones de cómo debería ser a su entender la propuesta formativa dirigida a los hombres de trono.

ESTUDIO EMPÍRICO

Capítulo 2. Planteamiento del problema

Tras la revisión bibliográfica y después de todo lo expresado con anterioridad, se ve necesario realizar un estudio de la actividad física que desarrolla el hombre de trono, para poder así cuantificar el esfuerzo que supone para un sujeto la realización de la actividad física interés de esta Tesis Doctoral.

2.1. Objetivos

El objetivo general de esta investigación es tratar de dimensionar las características fundamentales del esfuerzo físico del hombre de trono, para poder conseguir este fin se plantean los siguientes objetivos en la investigación:

Conocer el comportamiento de la FC que se esconde tras esta práctica religiosa-tradicional.

Conocer la velocidad de desplazamiento del hombre de trono.

Conocer la carga de esfuerzo durante el recorrido oficial del hombre de trono.

Valorar mediante un analizador de rendimiento deportivo los parámetros cardíaco y acelerométricos de esta actividad física.

Establecer con nuevos elementos de control la discriminación entre momentos de trabajo y momentos de recuperación.

Iniciar una corriente investigadora entorno a la figura del hombre de trono.

2.2. Hipótesis

En función de los objetivos enunciados con anterioridad y teniendo en cuenta lo expresado por los autores referidos en el marco teórico, se exponen las siguiente hipótesis.

H1. El esfuerzo físico del hombre de trono es una actividad clasificable como de Resistencia Aeróbica caracterizado por su larga duración y carácter interválico.

H2. La edad no es un factor determinante y limitante en el desarrollo del esfuerzo físico del hombre de trono, mientras que el IMC sí lo es.

H3. El conocimiento del esfuerzo realizado permitirá orientar una preparación física y entrenamiento para mejorar la condición física de los hombres de trono.

2.3. Diseño

Atendiendo a la clasificación expuesta por Hernández, Fernández y Baptista, (2000), el diseño de investigación escogido en función de nuestro propósito fue de tipo exploratorio.

Los estudios exploratorios se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que únicamente hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio.

Los estudios exploratorios sirven para aumentar el grado de familiaridad con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de

llevar a cabo una investigación más completa sobre un contexto particular de la vida real, investigar problemas del comportamiento humano que consideren cruciales los profesionales de determinada área, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones posteriores o sugerir afirmaciones (postulados) verificables.

Los estudios exploratorios en pocas ocasiones constituyen un fin en sí mismos, por lo general determinan tendencias, identifican relaciones potenciales entre variables y establecen el «tono» de investigaciones posteriores más rigurosas (Dankhe, 1986).

2.4. Material y Método

2.4.1. Participantes

Se ha contado con una muestra de 44 registros. En ellos se encuentran registros de 39 sujetos distintos todos varones de edades comprendidas entre 20 y 40 años (tabla 2.1).

Tabla 2.1. *Descripción de las características de la muestra (n=44)*

	Media±DS
Edad (años)	28,6± 5,64
Peso (kg)	85,64±12,57
Talla (cm)	180,46±6,08
IMC (kg/m2)	26,27±3,61

La muestra incluye el trabajo realizado en siete tronos distintos. Los pesos relativos son característicos de cada caso pero todos se encuentran entre los 15 y 21 kg. Se han obtenido estos datos dividiendo el peso total aproximado de los tronos, proporcionado por las diferentes cofradías entre el número total de hombres de trono. Se debe puntualizar que este no es más que un dato orientativo porque según las

circunstancias cambiantes (maniobras, orografía de las calles, tallaje, etc...) este peso soportado puede verse incrementado en gran medida. Otro dato a tener en cuenta y relacionado con el peso de los tronos, es el volumen de los mismos así como, en el caso de tronos de vírgenes, el poseer palio y las incidencias que este elemento tiene en el desplazamiento del mismo y en las diferencias de inercias y pesos.(Tabla 2.2.)

Tabla 2.2. Descripción de las características de los tronos (n=7)

	Media±DS
Largo (m)	12,67+0,43
Ancho (m)	4,22+0,24
Alto (m)	5,13+ 1,29
Peso Trono (kg)	3900+1077,03
Peso Relativo (kg)	18,50+2,02

Los pesos utilizados en este estudio son los proporcionados por las cofradías. A menudo, éstas realizan un pesado de las estructuras, sobre todo cuando se plantea o estudia algún cambio en las mismas. Existen diversos métodos para realizar este pesado. El más fiable hasta la fecha y más extendido, es el ejemplo que reproducimos a continuación, empleando el dispositivo de pesaje de camiones de gran tonelaje realizado por ejes, en este caso patas. (Figura 2.1.)

NIS. DE LA BASCULA 1: 4716		FECHA DE VERIFICACION: 03/03/2011		 CONSEJO REGULADOR DE OLEAS, VINOS Y PRODUCTOS DE LA TIERRA DE MÁLAGA Dependencia del Departamento Presidencia de Málaga	
NIS. DE LA BASCULA 2: 4717		FECHA DE VERIFICACION: 04/03/2011			
FECHA: 29/04/2011 HORA: 12:12:19		NUM. DE MEDICION: 4129		RUEDA 1 RUEDA 2 PESO MMN EXC-RIG EXC-% EJE 1: 1350 850 2300 EJE 2: 700 1350 2050 EJE 3: EJE 4: EJE 5: EJE 6: EJE 7: EJE 8: EJE 9: EJE 10:	
MATRICULA CAMION: CONDUCTOR: EMPRESA TRANSPORTISTA: C.I.F.: DIRECCION: POBLACION: EMPRESA CARGADORA: C.I.F.: DIRECCION: POBLACION: MERCANCIA: ORIGEN: DESTINO: LUGAR DE LA MEDICION: TRONO DE LA VIRGEN DE LA ESPERANZA		MATRICULA REMOLQUE: D.N.I.: C.P.: C.P.:		PESO TOTAL: 4250 M.M.A. TOTAL: EXCESO (KG): EXCESO (%):	

Figura 2.1. Pesaje de trono. Archivo Histórico del Paso y la Esperanza.

2.4.2. Material

El registro de datos se realizó con el dispositivo SPI (Sports Performance Indicator) ELITE. El SPI Elite (GPSportsSystems, Pty. Ltd., 2003, Australia) es la segunda generación de dispositivos receptores de GPS de esta empresa que integra la recepción de la señal del satélite con acelerómetro triaxial, además de un chip para el registro de la frecuencia cardíaca.



Figura 2. 2. SPI Elite Pack de 5 unidades (Izquierda) e Indicador del rendimiento deportivo (GPSportsSystems, Pty. Ltd., 2003, Australia) (derecha).

Se trata de un indicador del rendimiento deportivo (SPI) con un peso aproximado de 75 gramos. Este dispositivo permite registrar a 1 Hz (un registro por segundo) datos del tiempo, posición, velocidad, distancia, altitud, dirección. Además el acelerómetro permite registrar a 100 hz todos los movimientos que se producen en los tres ejes (x, y, z) y calcula la sumatoria.

La frecuencia cardíaca es registrada mediante una banda torácica sincronizada con el dispositivo.

La información puede ser descargada en un ordenador mediante el software Team AMS, Software: GPSports TEAM AMS Release: 2.1.0.5 P2 Date: 18 June 2009

Los datos pueden manipularse según los intereses del investigador, permitiendo un análisis pormenorizado y personalizado de la actividad física realizada. Asimismo, estos datos pueden ser exportados a Excel para realizar el tratamiento estadístico necesario.

El análisis estadístico se realizó mediante el programa Excel del paquete de software office de Windows y mediante el programa SPSS 15.0 para Windows.

2.3.3. Procedimiento

Los registros con GPS se realizaron durante todo el recorrido procesional, tras la colocación del elemento de transporte y la banda medidora de frecuencia cardiaca antes del inicio de la procesión. Con posteridad y, ya en el exterior, se localizaba al sujeto, se le encendía el dispositivo y se ubicaba en su compartimiento indicándole que no debía ser manipulado hasta su recogida, al final del recorrido procesional.

La unidad GPS fue usada en una mini-mochila acolchada, aportada por el fabricante, en la parte posterior del chaleco y posicionado en el centro de la espalda ligeramente superior a los omóplatos. Ninguno de los sujetos se quejó de alguna molestia o impedimento para su rango normal de movimiento o en el rendimiento de llevar puesto el equipo durante el recorrido procesional.



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



61

61

61

61

La frecuencia cardíaca durante el recorrido oficial del hombre de trono se desglosará como aparece en la tabla 2.3 para su análisis más exhaustivo. Para la clasificación de las categorías de las distintas zonas de frecuencia cardíaca, registradas por el dispositivo mediante la banda torácica, se realizó una recodificación de variables. Reduciéndolas a intervalos de 20% según tanto por ciento de la frecuencia máxima registrada durante la actividad y se realizó un análisis de frecuencia.

Tabla 2.3. *Desglose de las variables de frecuencia cardíaca*

Fc Mínima (ppm)	Mínima frecuencia alcanzada durante el recorrido oficial
Fc Máxima (ppm)	Máxima frecuencia alcanzada durante el recorrido oficial
Fc Media (ppm)	Frecuencia cardíaca media obtenida durante el recorrido oficial
FC Zona 1	Frecuencia de datos en intervalo de pulsaciones (<89 ppm)
FC Zona 2	Frecuencia de datos en intervalo de pulsaciones (90 – 119 ppm)
FC Zona 3	Frecuencia de datos en intervalo de pulsaciones (120-149ppm)
FC Zona 4	Frecuencia de datos en intervalo de pulsaciones (150-164 ppm)
FC Zona 5	Frecuencia de datos en intervalo de pulsaciones (165-169 ppm)
FC Zona 6	Frecuencia de datos en este intervalo de pulsaciones (170 > ppm)
FC MaxTeórica	Media de las frecuencias cardíacas máximas teóricas según fórmula de Tanaka and cols (2001)

Zonas de intensidad, se desglosará como aparece en la tabla 2.4, para su análisis más exhaustivo , zonas establecidas con respecto a los porcentajes de la frecuencia cardiaca máxima teórica de cada sujeto, según datos de frecuencia cardiaca de los hombres de trono.

Tabla 2.4. *Desglose de las variables de intensidad*

Muy ligera	Frecuencia de datos en intervalo de intensidad (<50)
Ligera	Frecuencia de datos en intervalo de intensidad (50-63)
Moderada	Frecuencia de datos en intervalo de intensidad (64-76)
Dura	Frecuencia de datos en intervalo de intensidad (77-93)
Muy dura	Frecuencia de datos en intervalo de intensidad (≥ 94)
Máxima	Frecuencia de datos en este intervalo de intensidad (100)
Muy ligera	Tiempo relativo (min) del esfuerzo del hombre de trono en cada zona de intensidad
Ligera	Tiempo relativo (min) del esfuerzo del hombre de trono en cada zona de intensidad
Moderada	Tiempo relativo (min) del esfuerzo del hombre de trono en cada zona de intensidad
Dura	Tiempo relativo (min) del esfuerzo del hombre de trono en cada zona de intensidad
Muy dura	Tiempo relativo (min) del esfuerzo del hombre de trono en cada zona de intensidad
Máxima	Tiempo relativo (min) del esfuerzo del hombre de trono en cada zona de intensidad

La velocidad se desglosará, como aparece en la tabla 2.5, para su análisis más exhaustivo.

Se realizó una recodificación de variables, reduciéndolas a seis intervalos establecidos según 20 % de la velocidad máxima registrada durante la actividad.

Tabla 2.5. *Desglose de las variables de velocidad*

V Mínima (m/s)	Mínima velocidad alcanzada durante el recorrido oficial
V Máxima (m/s)	Máxima velocidad alcanzada durante el recorrido oficial
V Media (m/s)	Velocidad media obtenida durante el recorrido oficial
V Zona 1	Frecuencia de datos en este intervalo de velocidad (0 m/s)
V Zona 2	Frecuencia de datos en este intervalo de velocidad(0,01-0,5 m/s)
V Zona 3	Frecuencia de datos en este intervalo de velocidad(0,51-1 m/s)
V Zona 4	Frecuencia de datos en este intervalo de velocidad(1,01-1,5 m/s)
V Zona 5	Frecuencia de datos en este intervalo de velocidad(1,51-2 m/s)
V Zona 6	Frecuencia de datos en este intervalo de velocidad(>2,01 m/s)
V Zona 1	Tiempo relativo (min) en este intervalo de velocidad (0 m/s)
V Zona 2	Tiempo relativo (min) en este intervalo de velocidad(0,01-0,5 m/s)
V Zona 3	Tiempo relativo (min) en este intervalo de velocidad(0,51-1 m/s)
V Zona 4	Tiempo relativo (min) en este intervalo de velocidad(1,01-1,5 m/s)
V Zona 5	Tiempo relativo (min) en este intervalo de velocidad(1,51-2 m/s)
V Zona 6	Tiempo relativo (min) en este intervalo de velocidad(>2,01 m/s)

La carga corporal se desglosará, como aparece en la tabla 2.6, de la siguiente forma para su análisis más exhaustivo.

Tabla 2.6. *Desglose de las variables de carga corporal.*

Carga corporal Mínima (g)	Mínima Carga corporal alcanzada durante todo el recorrido oficial por un sujeto
Carga corporal Máxima (g)	Máxima Carga corporal alcanzada durante todo el recorrido oficial por un sujeto
Carga corporal Media (g)	Carga corporal media obtenida durante el recorrido oficial

La aceleración se desglosará de la siguiente forma tal y como aparece en la tabla 2.7, para su análisis más exhaustivo.

Tabla 2.7. *Desglose de las variables de aceleración.*

Acel X Mínima (g)	Mínima aceleración registrada en el eje X durante el recorrido oficial
Acel X Máxima (g)	Máxima aceleración registrada en el eje X durante el recorrido oficial
Acel X Media (g)	Aceleración media registrada en el eje X durante el recorrido oficial
Acel Y Mínima (g)	Mínima aceleración registrada en el eje Y durante el recorrido oficial
Acel Y Máxima (g)	Máxima aceleración registrada en el eje Y durante el recorrido oficial
Acel Y Media (g)	Aceleración media registrada en el eje Y durante el recorrido oficial
Acel Z Mínima (g)	Mínima aceleración registrada en el eje Z durante el recorrido oficial
Acel Z Máxima (g)	Máxima aceleración registrada en el eje Z durante el recorrido oficial
Acel Z Media (g)	Aceleración media registrada en el eje Z durante el recorrido oficial
Vector Acel Mínima (g)	Mínimo valor registrado en el módulo vector de la aceleración durante el recorrido oficial
Vector Acel Máxima (g)	Máximo valor registrado en el módulo vector de la aceleración durante el recorrido oficial
Vector Acel Media (g)	Valor medio registrado en el módulo vector de la aceleración durante el recorrido oficial

Capítulo 3. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados de la investigación divididos en varios apartados según las variables estudiadas. En primer lugar, los resultados de la frecuencia cardíaca del hombre de trono, para continuar con los datos relativos a la velocidad de desplazamiento y concluyendo con los datos de aceleración y carga corporal del hombre de trono durante el recorrido oficial.

Inicialmente se realizó una matriz con todos los datos de registro generados por los dispositivos: frecuencia cardíaca, velocidad, aceleración y carga corporal en los programas Excel y Spss.

Se realizó en primer lugar la prueba de Kolmogorov-Smirnov para conocer la homogeneidad de la muestra, presentando todas ellas una distribución homogénea.

A continuación se presentan los resultados según cada una de las variables estudiadas.

3.1. La frecuencia cardíaca del hombre de trono

El registro de los valores de la frecuencia cardíaca del hombre de trono durante el recorrido oficial arroja una media de 110 ppm con una desviación típica de 22 ppm. tal y como aparece en la tabla 3.1,

Tabla 3.1 *Descripción registro pulsaciones* (n=92182)

	Mínimo	Máximo	Media±DS
Pulsaciones (ppm)	45	219	110,13±22,98

En el siguiente gráfico se puede contemplar cómo se comporta la frecuencia cardíaca y la velocidad del hombre de trono durante el recorrido oficial. Se puede apreciar cómo se alternan los períodos de trabajo con los de descanso. Los picos de velocidad extraños que se contemplan en la gráfica, son debidos a los movimientos realizados por el sujeto cuando está sin la carga del trono y realiza movimientos rápidos de aproximación o de alejamiento del mismo, normalmente tras la señal de aviso de la campana.

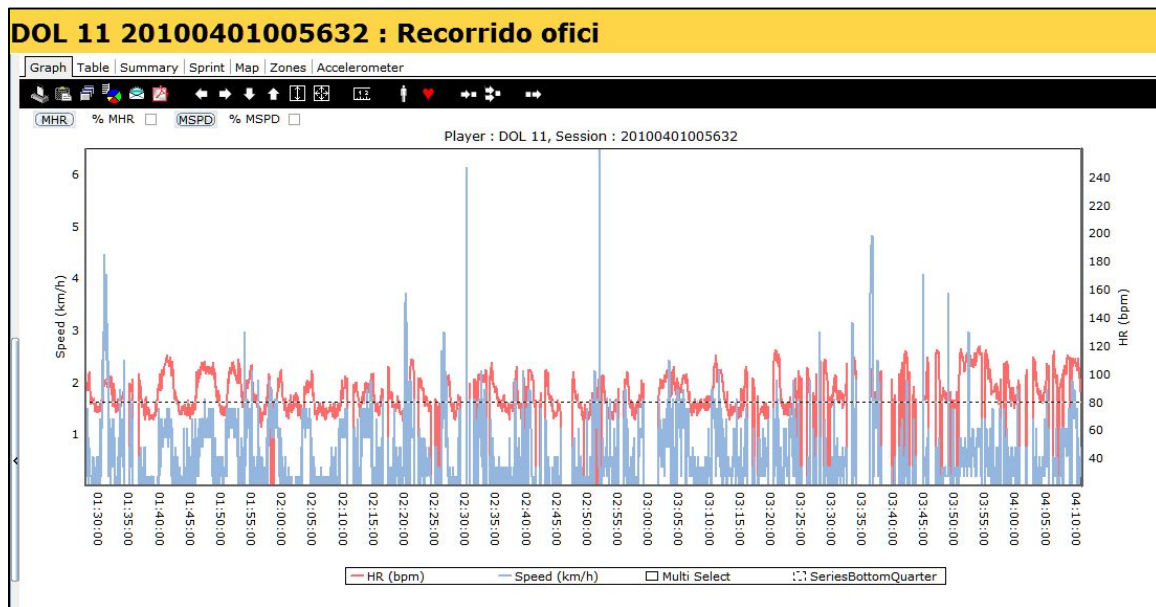


Figura 3.1. Gráfico frecuencia cardíaca y velocidad del hombre de trono durante el recorrido oficial.

En las siguientes gráficas puede distinguirse, con detalle, cómo se relacionan la frecuencia cardíaca y la velocidad del hombre de trono en los momentos de trabajo. Ambas aumentan sus valores de forma proporcional durante los momentos de actividad y, en los momentos de descanso, la frecuencia cardíaca se reduce y al mismo tiempo, la velocidad remite a valores iguales o próximos a 0.

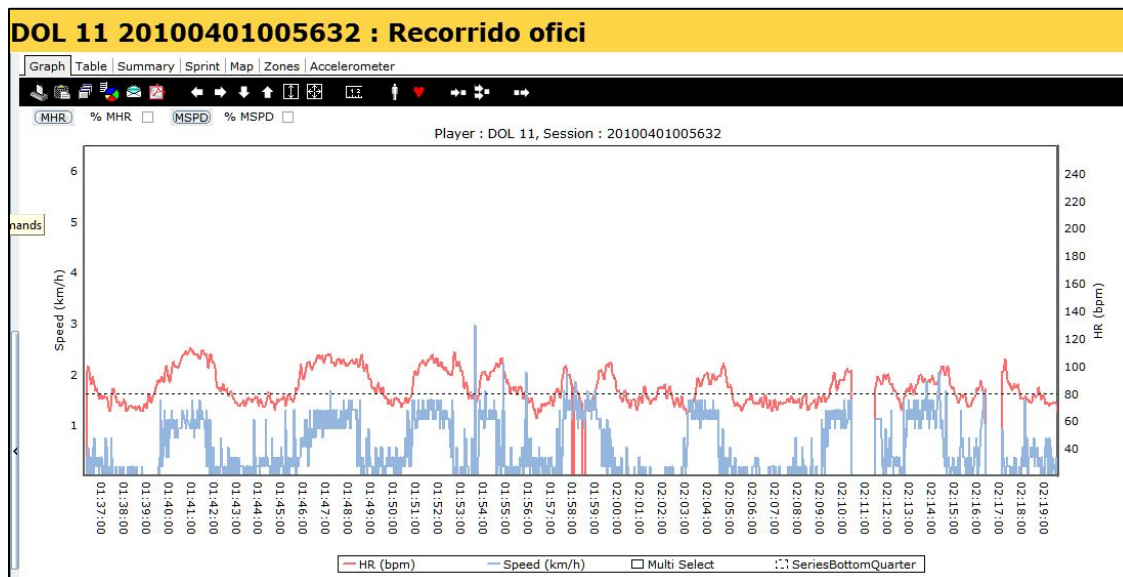


Figura 3.2. Gráfico frecuencia cardíaca y velocidad del hombre de trono durante el recorrido oficial. Detalle 45 minutos.

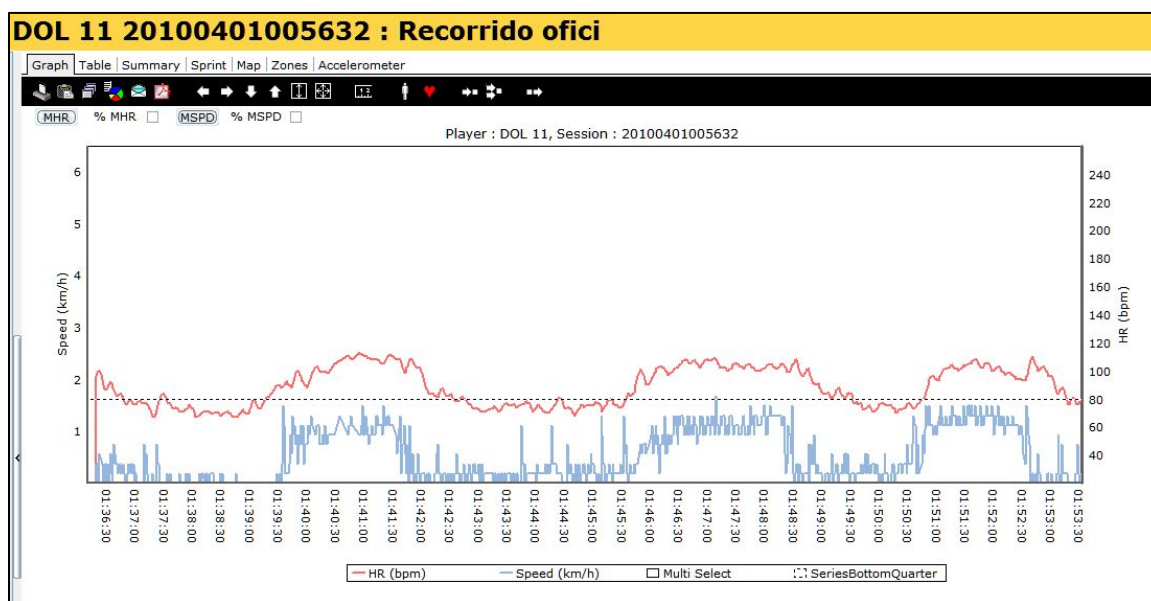


Figura 3.3. Gráfico frecuencia cardíaca y velocidad del hombre de trono durante el recorrido oficial. Detalle 18 minutos.

Para facilitar su interpretación, se realizó una recodificación de variables, reduciéndolas a intervalos del 20%, según tanto por ciento de la frecuencia cardíaca máxima. A continuación, se realizó un análisis de frecuencia. Los registros de la frecuencia cardíaca que se encuentran en las zonas 1, 2 y 3, es decir, los valores que se encuentran entre el mínimo y 149 ppm, suponen un porcentaje acumulado del 93% de los registros. El sumatorio total de los casos es el que se expone a continuación en la tabla 3.2.

Tabla 3.2. *Porcentaje de registros en cada una de las zonas de frecuencia cardíaca*

	n	Porcentaje %	Porcentaje acumulado
Zona 1 (<89 ppm)	17497	19,0	19,0
Zona 2 (90 – 119 ppm)	46109	50,0	69,0
Zona 3 (120-149ppm)	22946	24,9	93,9
Zona 4 (150-164 ppm)	4706	5,1	99,0
Zona 5 (165-169 ppm)	309	,3	99,3
Zona 6 (170 > ppm)	615	,7	100,0
Total	92182	100,0	

Representación gráfica de los intervalos de frecuencia cardíaca del hombre de trono. Se puede apreciar con claridad, que la zona 2 (90–119 ppm) es la más importante suponiendo la mitad de la muestra.

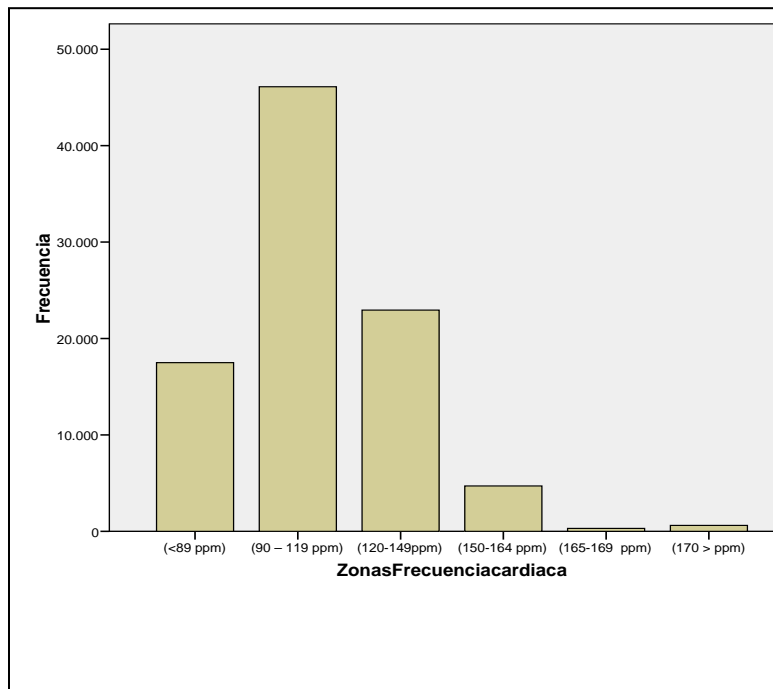


Figura 3.4. Diagrama de barras con frecuencia de casos en cada zona de frecuencia cardíaca.

La media y la desviación típica de los valores máximos de frecuencia cardíaca obtenidos durante la actividad del hombre de trono, se aprecian claramente inferiores si son comparados con los datos de frecuencia cardiaca máxima teórica, según la fórmula de Tanaka H, Monahan KD y Seals DR. (2001) (Tabla 3.3).

Tabla 3.3. Medias y desviación típica de los valores de las frecuencias cardíacas máximas (n=44).

	Media±DS
FrecCardMax (ppm)	146,25±29,76
FrecCardMaxTeórica (ppm)	187,66±4,04

Numero de registros, de la frecuencia cardiaca de los hombres de trono, en cada uno de los intervalos de intensidad, establecidos por la American College of Sport Medicine (2013). Estos intervalos se establecen con respecto a la frecuencia cardiaca máxima teórica de cada sujeto. Esto permite intuir la intensidad del esfuerzo que realiza el hombre de trono.

Se aprecia como las tres primeras zonas suponen un porcentaje acumulado del 80%, lo que determina esta actividad como predominantemente aeróbica como puede contemplarse en la Tabla 3.4.y la Figura 3.6.

Tabla 3.4. *Datos frecuencia cardiaca de los hombres de trono en los intervalos de intensidad.*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Muy Ligera	22588	24,5	24,5
Ligera	32795	35,6	60,1
Moderada	18893	20,5	80,6
Dura	12777	13,9	94,4
Muy dura	4449	4,8	99,3
Máxima	680	,7	100,0

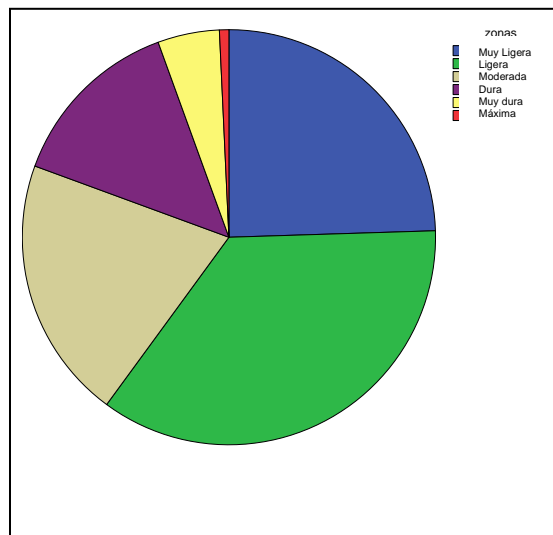


Figura 3.6. Relación de casos registrados en cada zona de intensidad de la frecuencia cardíaca

Tiempo relativo, del total empleado por el hombre de trono en el recorrido oficial, en cada zona de intensidad determinada por el American College of Sport Medicine (2013). El cual señala distintas zonas de intensidad con respecto al porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima teórica del sujeto. Se puede apreciar que durante la mayoría del tiempo del recorrido oficial (78 minutos y 4 segundos) el hombre de trono realiza una actividad de intensidad igual o menor a la determinada como Moderada (n = 96 minutos y 30 segundos) (Tabla 3.5).

Tabla 3.5. *Tiempo relativo en cada zona de intensidad respecto a la frecuencia cardíaca máxima teórica.*

Intensidad	minutos
Muy Ligera	24
Ligera	34,3
Moderada	20,1
Dura	13,4
Muy dura	5
Máxima	1

3.2. La velocidad de desplazamiento del hombre de trono

Datos de la velocidad de desplazamiento del hombre de trono. La velocidad media del hombre de trono durante el recorrido oficial es $0,12 \pm 0,137$ m/s. Estos datos incluyen el tiempo en que el hombre de trono descansa, es decir, momentos en que está parado sin el peso del trono. ($n = 92182$) (Tabla 3.6).

Tabla 3.6. *Velocidad de desplazamiento del hombre de trono*

	Mínimo	Máximo	Media \pm DS
Velocidad m/s	0,00	2,47	$0,12 \pm 0,137$

Se realizó una recodificación de variables, reduciendo los valores de los registros a cinco intervalos. Éstos se establecieron cada 0,49 m/s, lo que equivale a un 20% de la velocidad máxima. Con posterioridad se realizó un análisis de frecuencia. El sumatorio total de los casos es el que se expone a continuación en la tabla 3.7. ($n=92182$)

Tabla 3.7. *Intervalos de velocidad de desplazamiento del hombre de trono.*

Zonas	Velocidad	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
0	0 m/s	15124	16,4	16,4
1	0,01-0,5 m/s	75785	82,2	98,6
2	0,51-1 m/s	1101	1,2	99,8
3	1,01-1,5 m/s	137	,1	100,0
4	1,51-2 m/s	29	,0	100,0
5	>2,01 m/s	6	,0	100,0

Se puede apreciar claramente que, prácticamente, todo el tiempo que el hombre de trono se desplaza, lo hace a una velocidad de entre 0,1 y 0,5 m/s. Casi la totalidad del resto del tiempo se encuentra parado (Figura 3.7).

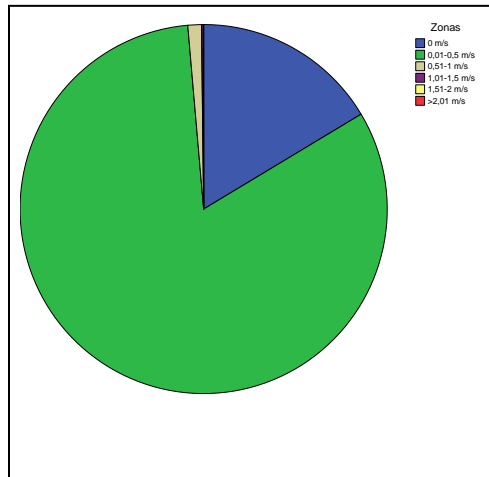


Figura 3.7. Porcentaje de registros del total en cada zona de velocidad de desplazamiento del hombre de trono.

Tiempo en que el hombre de trono se desplaza a una velocidad determinada. La mayor parte del tiempo, el hombre de trono se encuentra desplazándose a una velocidad de entre 0,01 y 0,5 m/s. El hombre de trono se desplaza a esta velocidad durante 1 hora, 19 minutos y 32 segundos de un total de 1 hora 36 minutos y 30 segundos que emplea de media en recorrer el recorrido oficial. (Tabla 3.8).

Tabla 3.8. *Tiempo en intervalos de velocidad de desplazamiento del hombre de trono*

Velocidad	Tiempo
0 m/s	16 min 23s
0,01-0,5 m/s	1h 19 min 32s
0,51-1 m/s	1 min 16s
1,01-1,5 m/s	10 s
1,51-2 m/s	0,00
>2,01 m/s	0,00

3.3. La carga corporal del hombre de trono

Valor mínimo y máximo de carga corporal soportada por un hombre de trono durante el recorrido oficial. Los valores medios de la carga corporal registrada en los hombres de trono del estudio es igual $39525,43 \pm 29926,49$ g como podemos apreciar en la Tabla 3.8.

Tabla 3.9. *Carga corporal soportada por el hombre de trono durante el recorrido oficial*

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Total Carga Corporal (g)	13702,7	157740,8	39525,43	29926,49

3.4. Las aceleraciones en la actividad del hombre de trono

En la siguiente tabla, podemos observar las aceleraciones en los distintos ejes, así como, el módulo vector sumatorio de las mismas registrado por los hombres de trono durante el recorrido oficial (Tabla 3.9).

Tabla 3.10. *Acelerometría del hombre de trono durante el recorrido oficial.*

	Mínimo	Máximo	Media±DS
Acel X (g)	-0,81	0,35	-0,125±0,329
Acel Y (g)	-1,03	- 0,57	-0,940±0,128
Acel Z (g)	-0,39	0,28	-0,081±0,147
Vector Acel (g)	0,04	1,06	1,011±0,165

En los siguientes tres gráficos, pueden observarse las aceleraciones en los distintos ejes registrados por un hombre de trono durante el recorrido oficial. En rojo eje X, en verde el eje Y, amarillo eje Z y en azul el módulo vector. Vemos como todos los valores (excepto el módulo del vector) se encuentran en valores negativos o muy próximos a cero pero con continuas fluctuaciones.

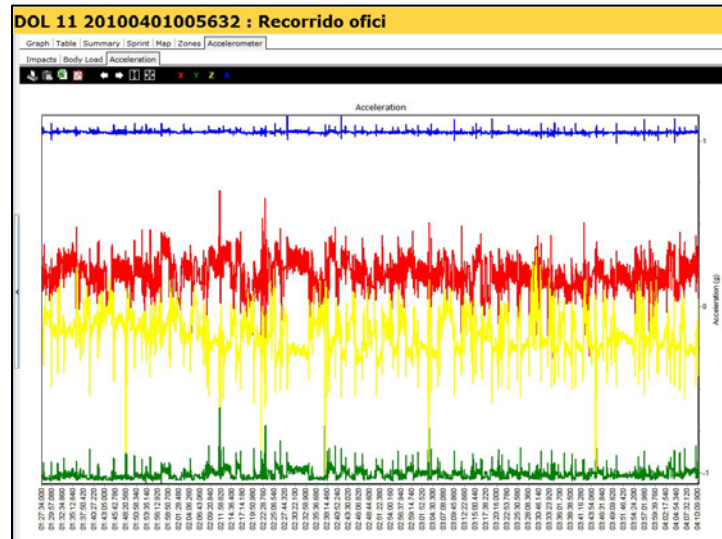


Figura 3.8. Gráfico de aceleraciones registradas por el hombre de trono durante el recorrido oficial.

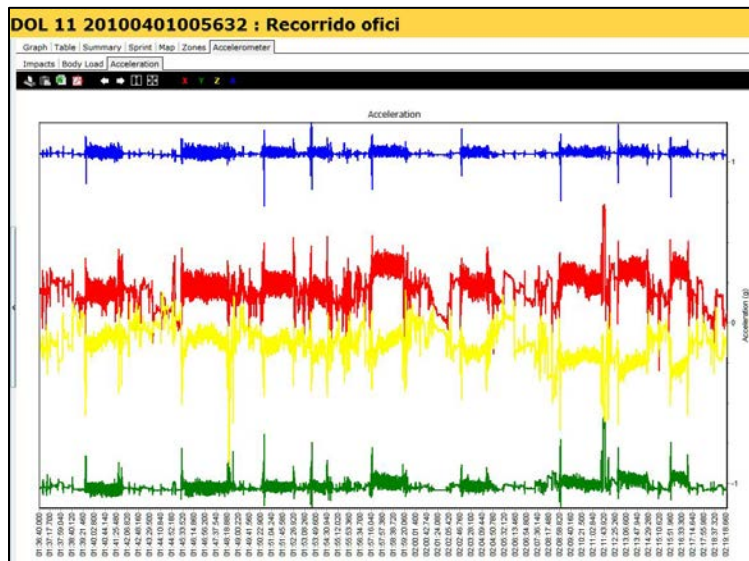


Figura 3.9. Gráfica de aceleraciones realizadas por el hombre de trono durante el recorrido oficial. Detalle de 45 minutos del recorrido registrado.

En la siguiente grafica se puede decir que podrían vislumbrarse los momentos de trabajo y descanso determinados por las aceleraciones realizadas al subir y bajar el trono.

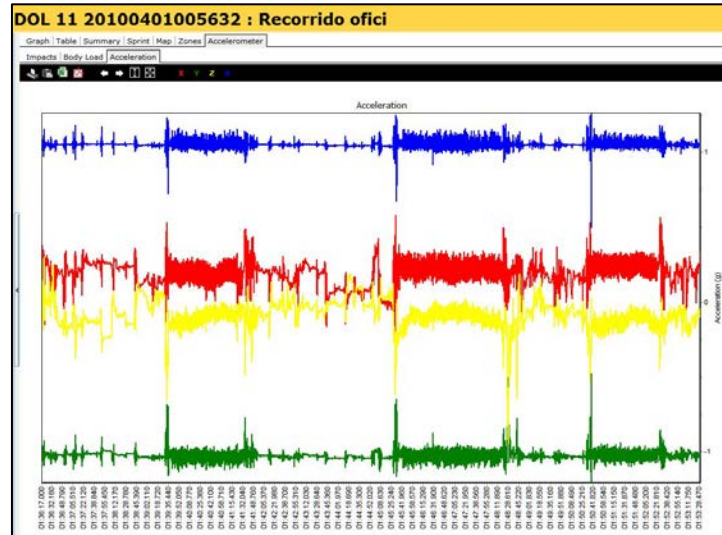


Figura 3.10. Gráfico de aceleraciones realizadas por el hombre de trono durante el recorrido oficial. Detalle 15 minutos.

3.5. Correlaciones entre datos físicos y fisiológicos del hombre de trono

Se realizó una prueba de correlación de Pearson entre las variables frecuencia cardíaca y velocidad de desplazamiento del hombre de trono. Pudiéndose observar que existe correlación positiva ($p < 0,01$) entre las variables V y FC, así como entre las variables Zonas de FC y Zonas de V ($p < 0,01$). Lo que supone que las mismas evolucionarán de manera similar, aumentando la frecuencia cardíaca al aumentarse la velocidad de desplazamiento y disminuyendo sus valores la frecuencia cardíaca al aminorarse la velocidad, la cual no es controlada por el hombre de trono sino que viene determinada por factores externos (órdenes de mayordomos, discurrir de la procesión, horarios establecidos,...).

En segundo lugar, tras realiza un prueba de correlación de Pearson entre la variable FC y las medidas antropométricas de los sujetos (edad, peso, talla e IMC). Se ha podido observar que no existe correlación entre los datos de frecuencia cardíaca, registrados durante el esfuerzo físico del hombre de trono durante el recorrido oficial, y los antropométricos de los sujetos participantes en el estudio.

Para finalizar se comprobó que existe una correlación entre las variables carga corporal total y las medidas antropométricas de los sujetos (edad, peso, talla e IMC). Se ha podido observar que existe correlación entre los datos de carga corporal total con las variables IMC ($p=0,01$), peso ($p=0,01$) y de altura ($p=0,05$), no apreciándose correlación alguna con la variable edad.



Capítulo 4. Discusión

A continuación se procede a realizar una confrontación de los datos obtenidos en este estudio con los determinados por otros autores que han estudiado el esfuerzo físico del hombre de trono desde diversos ámbitos.

4.1. La frecuencia cardíaca del hombre de trono

La frecuencia cardíaca del hombre de trono de la investigación que se presenta ha mostrado durante el recorrido oficial un valor medio de 110,13 ppm ($\pm 22,98$).

Los valores registrados de la frecuencia cardíaca del hombre de trono son muy aproximados a los registrados en el estudio de frecuencia cardíaca realizado por Hinojosa (2011), en los que los valores medios fueron de 98 ppm ($\pm 7,79$).

Los valores registrados se encuentran en el rango determinado por el estudio de Díaz-Martín (2004), rango de 105 a 185 latidos por minuto. Si bien, los datos observados en el mismo son más elevados, aunque al referirse a un solo sujeto, han de tomarse con valor relativo y no concluyente.

En lo que se refiere a la frecuencia cardíaca de los costaleros, a pesar de las diferencias existentes entre el trabajo de éstos y de los sujetos que nos ocupa, los resultados están más acordes con los valores expresados por Sánchez Latorre (2002) y Rodríguez y cols. (2005) entre las 110 y las 140-150 ppm que con los de Rodríguez (2001) entre las 80 y las 100 ppm, aunque no muy alejadas de estas últimas.

A continuación se presenta una tabla resumen de los estudios que han analizado la frecuencia cardíaca del hombre de trono y del costalero, en las que poder contrastar las obtenidas en este estudio con los anteriores trabajos.

Tabla 4.1. *Resumen frecuencias cardíacas de costaleros y hombres de trono.*

	Media±DS	Intervalo
Hinojosa (2015) (ppm)	110,13±22,98	89-164
Hinojosa (2011) (ppm)	98±7,79	
Díaz-Martín (2004) (ppm)		105-185
Sánchez* (2002) y Rodríguez y cols.* (2005) (ppm)		110-150
Rodríguez* (2001) (ppm)		80-100

* Costaleros

Los registros de la frecuencia cardíaca que se encuentran en las zonas 1, 2 y 3, es decir, los valores que se encuentran entre el mínimo y 149 ppm, suponen un porcentaje acumulado del 93% de los registros.

Estos datos coinciden con los registrados en el estudio de frecuencia cardíaca del hombre de trono durante todo el recorrido realizado por Hinojosa (2011), en cuyo caso el 65% del tiempo, las pulsaciones se encontraron entre 91 y 110 ppm y en el 99,8% del tiempo entre los valores determinados por nuestro estudio, desde el mínimo a 149 ppm.

Mediante los siguientes datos de frecuencia cardíaca tratamos de tipificar esta actividad física:

Los registros de frecuencia cardiaca de los hombres de trono, en cada uno de los intervalos de intensidad, establecidos por la American College of Sport Medicine (2013), permiten clasificar la intensidad del esfuerzo que realiza el hombre de trono.

Los datos registrados en las tres primeras zonas suponen un porcentaje acumulado del 80%. Así mismo, se puede ver que de un total de 96 minutos y 30 segundos que tarda, de media el hombre de trono en recorrer la distancia estudiada, está desarrollando una

actividad ligera o moderada 54 minutos, muy ligera 24 minutos y dura 13 minutos. Así mismo los valores máximos de frecuencia cardíaca obtenidos durante la actividad del hombre de trono, son inferiores a los que la fórmula de frecuencia cardíaca máxima teórica (Tanaka H, Monahan KD y Seals DR. 2001) determina para dichos sujetos.

Todo estos datos coinciden con Rodríguez y cols. (2005) que afirma, que los costaleros desarrollan un trabajo aeróbico, combinado con momentos en los que se llevan a cabo ejercicios de fuerza-resistencia.

Del mismo modo y focalizando en el hombre de trono, coinciden los datos de este trabajo con lo expresado por Díaz-Martín (2004). Según este autor, este tipo de patología se ha descrito como secundaria a ejercicios enérgicos realizados por: ciclistas, corredores de maratón, practicantes de halterofilia y levantadores de peso. Todos estos esfuerzos son de carácter aeróbico al igual que lo que determina Díaz-Martín en su estudio.

Así mismo los datos del presente estudio concuerdan con lo expresado por Hinojosa (2011) que tipificaba el esfuerzo del hombre de trono como «un ejercicio de Resistencia Aeróbica de Larga duración IV (Neumann en Lehnertz,(2001))» porque los datos de frecuencia cardíaca y de intensidad recogidos en esta tesis doctoral así lo determinan.

4.2. Velocidad de desplazamiento del hombre de trono

La velocidad media de desplazamiento del hombre de trono es $0,12 \pm 0,137$ m/s. Se aprecia que en un porcentaje del 82,2% del tiempo registrado se desplaza y lo hace a una velocidad de entre 0,1 y 0,5 m/s, un pequeño resto residual supera esta velocidad, mientras que el resto del tiempo se encuentra parado (16,4%).

Estos datos son novedosos, ya que nunca antes se había diferenciado el tiempo en que el hombre de trono está parado del que está en movimiento ni a las velocidades a las que se desplaza. Los datos que hasta ahora se tenían eran solo de velocidades totales, es decir, espacios divididos por tiempo y usados fundamentalmente para el control de horarios e itinerarios y sin guardar los protocolos del método científico.

En el presente estudio se ha podido constatar que existe correlación positiva entre las variables velocidad y frecuencia cardíaca. Del mismo modo que Pal et al. (2009), también constataron que el efecto de aumento de la frecuencia cardíaca es más pronunciado con el aumento de la velocidad que con el aumento de lastre para el caso de soldados que portaban mochilas de diferentes pesos.

Como se aprecia en los resultados de este trabajo, parece lógico pensar que al aumentar la velocidad de desplazamiento, se producirá un aumento de la frecuencia cardíaca del hombre de trono. Pero también habrá que sopesar otra serie de factores como que al aumentar la velocidad de desplazamiento se reduce el tiempo total de trabajo, ya que éste queda determinado por el recorrido establecido. Debiera tenerse en cuenta también que a mayor velocidad, se aumentan también las aceleraciones y las inercias, las cuales pueden ser importantes de valorar. Según el cálculo realizado por Jiménez (2011), a una velocidad de un paso por segundo y un desplazamiento lateral de 50 mm hacen que una carga inicial de 16 kg se convierta por mor de las inercias del conjunto en ± 10 kg, en algunos lugares del trono, según hacia dónde se realice el desplazamiento de la carga. Si la velocidad se aumenta, estos kilos desplazados lo harán también. Todo esto concuerda con los datos recabados en nuestro estudio pues al aumentar la velocidad de desplazamiento las pulsaciones se han incrementado y la intensidad del esfuerzo ha registrado mayores cifras.

4.3. IMC

Los datos obtenidos del IMC son de $26,27 \pm 3,61$ kg/m² siendo similares a los señalados por Poblete (2012) y con los encontrados por Pérez (2008), los cuales según la tabla que se presenta a continuación, se sitúan en el rango alto de preobesidad (OMS, 2000).

Tabla 4.2. *Resumen IMC costaleros y hombres de trono*

IMC (kg/m ²)	Media \pm DS
Hinojosa (2015)	26,27 \pm 3,61
Poblete (2010)	28,21 \pm 4,17
Poblete (2011)	27,71 \pm 4,24
Pérez Jorge (2008)*	25,67 \pm 3,55

* Costaleros

En los datos obtenidos en el presente estudio no se aprecia una correlación entre los valores de IMC y los de la edad, contradiciendo a lo señalado por Poblete (2012), que afirmaba que los hombres de trono tienden al sobrepeso con el aumento de la edad. Si los valores del IMC no tienen una relación positiva con el aumento de la edad en los hombres de trono, habrá que buscar otros factores que provoquen esa preobesidad, y si éstos fueran conductuales, como se desprende de los estudios de Gavala (2009) y Poblete (2012) entre otros, tendremos margen de actuación desde las Ciencias del deporte para incidir en ellos mediante el establecimiento de hábitos saludables y entrenamiento.

4.4. Carga corporal

El valor de la carga corporal del hombre de trono durante el recorrido oficial, expresada en g, se obtiene un mínimo de 13 702,7 y un máximo de 157 740,8 siendo su media de $39525,43 \pm 29926,49$.

Dado que este valor de carga corporal es propio de este dispositivo y siendo la primera vez que se valora a este tipo de población es difícil de comparar nuestros resultados a los obtenidos por otros autores en otras investigaciones, ya que sólo hemos podido encontrar dos investigaciones, ambas desarrolladas en fútbol, que trabajen con datos como los mostrados en nuestro estudio: Gómez-Píriz et al. (2011) 93 764.08 g en 75' de entrenamiento de fútbol y García (2014) entre 7360.18 ± 53 g y 18496.14 ± 10 g en 90" tareas de juego reducido en fútbol.

Otros autores también han argumentado sobre la carga corporal que soportan los hombres de trono o costaleros, según el caso, opinando lo siguiente:

Rodríguez Asuero (2005) considera que la actividad del costalero no es saludable, sana ni aconsejable ya que los esfuerzos y tensiones pueden provocar lesiones de columna vertebral o extremidades inferiores. Por su parte Escribano (2008) compara el esfuerzo de un costalero bajo el paso con el que hace cualquier deportista, precisando que un costalero gasta durante su estación de penitencia en torno a unas 2000-2500 calorías. Rodríguez y cols. (2005) considera que la actividad del costalero es un trabajo físico duro, llamando la atención sobre el hecho de que el esfuerzo que hacen normalmente no es tenido en cuenta ni por los mismos costaleros; hecho también estudiado por Albornoz y Baena (1998) y Albornoz y Suárez (2003) señalando que se trata de un esfuerzo físico para el cual el organismo humano no está lo suficientemente adaptado, debido a que nuestra anatomía está diseñada para movimientos rápidos y no para ejercicios prolongados .

En lo relativo a los hombres de trono, según Vega (2011), sacar un trono se debe considerar como una prueba física importante; también Díaz-Martín (2004) señala que la patología sufrida durante el esfuerzo de sacar un trono, rabdomiolisis, después del ejercicio físico se relaciona con el número de fibras musculares activas, el estado físico del sujeto y el tipo de contracción muscular. Una contracción muscular excéntrica, definida como contracción activa, seguida de vencimiento de resistencia como ocurre en los levantadores de peso, la halterofilia o en el caso estudiado, conlleva importantes lesiones musculares. Recomendando la preparación previa, mediante entrenamiento, que aumente la condición física del portador de tronos.

También hemos de señalar que desde el ámbito de la higiene laboral, se han realizados los test de Frimat y Chamoux para el esfuerzo realizado por el hombre de trono durante el recorrido oficial, arrojando resultados muy dispares. Éstos van desde moderado a pesado en el caso del índice Chamoux y de soportable a extremadamente dura, según el índice Frimat. (Anexo 1)

Todo lo comentado nos confirma la importancia de la carga soportada por el hombre de trono y, como expresan la mayoría de los autores, la necesidad de una preparación o entrenamiento físico para desarrollar esta actividad.

En esta investigación se ha detectado que existe una correlación significativa entre los valores de la carga corporal y el IMC, lo cual hace cuestionarse los límites de edad establecidos por las cofradías para realizar la labor de hombre de trono, al menos desde el punto de vista físico, pues la edad no parece un factor limitante, y sí el IMC, por lo tanto, el estado de forma de los hombres de trono.

Todo ello, reafirma la convicción de la necesidad de una preparación física y entrenamiento, mediante los cuales se conseguirá una adaptación de los sujetos a la tarea

y minimizar así los efectos traumáticos de la misma. Esta idea, como ya hemos visto, es compartida por la mayoría de los autores que estudian el tema del esfuerzo físico de costaleros y hombres de trono.

4.5. Aceleraciones

Las aceleraciones medias a las que se ve sometido el hombre de trono durante el recorrido oficial fueron unidades (g) en eje X de $-0,125(\pm 0,329)$, en el eje Y $-0,940(\pm 0,128)$, en el eje Z $-0,081(\pm 0,147)$ y con un módulo del vector de $1,011(\pm 0,165)$.

Estos datos son pioneros ya que nunca antes se había medido las aceleraciones de esta actividad. Se puede determinar que los momentos de mayor aceleración son los de izado y bajado del trono apreciándose fluctuaciones en el plano vertical. También son perceptibles las aceleraciones en el eje X debido a la necesidad de vencer una gran resistencia al poner en movimiento la masa del trono en el primer paso o arrancada, así como el efecto contrario al tener que detener la inercia del mismo, momentos antes de realizar una parada. Las aceleraciones determinadas en el eje Z también son más evidentes en los momentos de inicio y cese del desplazamiento, coincidiendo con lo determinado por Jimenez (2011) en lo concerniente a aceleraciones laterales sufridas por el hombre de trono merced a las oscilaciones del trono y de las estructuras más elevadas del mismo (palio).

Todo esto parece indicar que los registros de acelerometría podían contribuir a la determinación de los momentos de parada y trabajo, así como determinar el rango óptimo de distribución temporal de dichos intervalos.

Capítulo 5. Conclusiones

Se puede concluir que hemos conseguido la mayoría de los objetivos planteados al inicio del estudio:

Primero, conocemos cómo se comporta la FC del hombre de trono, apreciándose que la mayoría del tiempo las frecuencias cardíacas del hombre de trono se encuentran en valores inferiores a 150 ppm. Hemos podido comprobar también cómo evoluciona la frecuencia cardíaca en los momentos de trabajo y descanso, propios de la tarea interválica que es el esfuerzo físico del hombre de trono; así mismo hemos podido constatar que la frecuencia cardíaca y la velocidad de desplazamiento correlacionan positivamente.

Segundo, se conoce por vez primera la velocidad de desplazamiento del hombre de trono, desplazándose a una velocidad inferior a 0,5 metros por segundo. Hasta la fecha solo se había registrado el tiempo que necesitaba la procesión para recorrer un espacio determinado, es decir, solo se podía obtener las velocidades dividiendo el espacio total por el tiempo empleado, no se había podido discriminar los tiempos de reposo, es decir las paradas o descansos del hombre de trono, en los cuales la velocidad es igual a 0.

Tercero, se ha conseguido abordar y dimensionar el esfuerzo físico del hombre de trono estableciendo la intensidad de dicha actividad mediante la frecuencia cardíaca y mediante la novedosa categorización de la carga corporal.

Cuarto, se han registrado por primera vez las diferentes aceleraciones a las que se encuentra sometido el hombre de trono durante su actividad.

Quinto, se inicia de facto, una nueva corriente investigadora, desde las ciencias de la actividad física y el deporte, sobre la figura del hombre de trono.



Capítulo 6. Limitaciones y futuras líneas de investigación

Al ser un nuevo campo a investigar hemos tenido diversas limitaciones:

Primero, a nivel técnico, hemos apreciado algunos sesgos de registro en zonas sombreadas de la orografía de la ciudad debido a los elementos tales como edificios o zona de arboleda densa, también hemos detectado que los registros eran más nítidos según el lugar ocupado por el sujeto dentro de la estructura y organización propia del trono, quizás producida por los materiales y volúmenes de los mismos.

Segundo, las dificultades que brotan de la propia actividad: contexto religioso, puntual suceso anual y su condicionamiento a las inclemencias climatológicas provocan que su estudio no sea sencillo. Como ejemplo señalar que intentamos sin éxito incluir en el estudio la medición del lactato en sangre, pero ni los tiempos que exigía el protocolo ni la implicación de los sujetos lo hicieron viable.

Llegados a este punto se abre pues, un campo amplio de posibles líneas de investigación en el que resultaría interesante:

Primero, la creación de un grupo de estudio multidisciplinar entorno a la figura del hombre de trono, en entidades como la Cátedra de Estudios Cofrades de la propia Universidad de Málaga o la Agrupación de Cofradías de Semana Santa.

Segundo, la elaboración de un test de aptitud física para el hombre de trono.

Tercero, estudio de un intervalo racional de tiempos de trabajo y descanso, aplicable a la actividad interválica del hombre de trono, que optimice el rendimiento físico de los mismos.

Cuarto, difusión y divulgación de la necesidad de la preparación previa y los beneficios para la salud del entrenamiento, la preparación física y la adquisición de hábitos saludables de los hombres de trono.

Quinto, revisión y creación de planes de entrenamiento específicos para el hombre de trono (Ver Anexo 2).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albornoz, M. y Suárez, C. (2003). Ergonomía en el trabajo del costalero. En Actas del I Congreso Nacional del Costalero. Las Ciencias de la Salud y de la Actividad Física como fundamento. Córdoba: Diputación de Córdoba.
- Alcala, R., Peralto, F. (2003). Prontuario Cofrade. Málaga, España: Cope
- Allet, L., Leemann, B., Guyen, E., Murphy, L., Monnin, D., Herrmann, F. R., & Schnider, A. (2009). Effect of Different Walking Aids on Walking Capacity of Patients With Poststroke Hemiparesis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(8), 1408-1413. <http://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.02.010>
- Altemir, M. (2002). Manual de prevención del costalero. Sevilla: Área de Cultura y Fiestas Mayores del Excmo. Ayto. de Sevilla
- Altemir, M. (2003). Fisioterapia: Clave de prevención en el mundo del costalero. En Actas del I Congreso Nacional del Costalero. Las Ciencias de la Salud y de la Actividad Física como fundamento. Córdoba: Diputación de Córdoba.
- Archivo Histórico del Paso y la Esperanza. En el Censo de Archivos de España e Ibero América -dependiente del Ministerio. (s. f.).
- Arepiso. Trabajadera. (2014, octubre 12). Capillitas montillanos: costaleros. Recuperado a partir de <http://capillitasmontillanos.blogspot.com.es/2014/10/costaleros.html>

- Aughey, R. J., & Falloon, C. (2010). Real-time versus post-game GPS data in team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport / Sports Medicine Australia*, 13(3), 348-349.
<http://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.01.006>
- Bangsbo, J. (1996). Oxygen Deficit: A Measure of the Anaerobic Energy Production During Intense Exercise? *Canadian Journal of Applied Physiology*, 21(5), 350-363.
<http://doi.org/10.1139/h96-031>
- Barbero Alvarez, J. C., & Castagna, C. (2007). Activity patterns in professional futsal players using global position tracking system. *J Sports Sci Med*, 6(Suppl 10), 208. Barbero, J. C., Granda, J., & Soto, V. M. (2004). Análisis de la frecuencia cardíaca durante la competición en jugadores profesionales de fútbol sala. *Apunts. Educación Física y Deportes* (77), 71-78.
- Blasco Morente, J. J. (2015). Prevención del Low Back Pain en el costalero a través del Core (Doctoral dissertation, Universidad Internacional de Andalucía). Recuperado 8 de octubre de 2015, a partir de <http://dspace.unia.es/handle/10334/3515>
- Bouzas Marins, J., C, O., Ottoline Marins, N., Maria, D., Ferná, D., & Ndez, M. (2010). Aplicaciones de la frecuencia cardiaca máxima en la evaluación y prescripción de ejercicio. *Apunts Medicina de l'Esport (Castellano)*, 45(168), 251-258.
- Browning, R. C., & Kram, R. (2005). Energetic Cost and Preferred Speed of Walking in Obese vs. Normal Weight Women. *Obesity Research*, 13(5), 891-899.
<http://doi.org/10.1038/oby.2005.103>

- Burgos, A. (1988). *Folklore de las cofradías de Sevilla: acercamiento a una tradición popular* (4. ed). Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Cañizares, J.M. (2003). Algunas reflexiones sobre la preparación física aplicada a las personas que llevan costal. En Actas del I Congreso Nacional del Costalero. Las Ciencias de la Salud y de la Actividad Física como fundamento. Córdoba: Diputación de Córdoba.
- Casamichana, D., Castellano, J., Calleja-Gonzalez, J., San Román, J., & Castagna, C. (2013). Relationship Between Indicators of Training Load in Soccer Players: Journal of Strength and Conditioning Research, 27(2), 369-374.
<http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182548af1>
- Castellano, J., & Casamichana, D. (2014). Deporte con dispositivos de posicionamiento global (GPS): Aplicaciones y limitaciones. Recuperado 24 de octubre de 2015, a partir de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=235131674015>
- Castellano, J., Fernández, J. C., Castillo, A., & Casamichana, D. (2010). Fiabilidad intra-participante de diferentes modelos de dispositivos GPS implementados en un partido de Fútbol 7. (Intra-participant reliability of different models of GPS devices implemented in a 7-a-side soccer match). *Cultura_Ciencia_Deporte*, 5(14), 95-99.
<http://doi.org/10.12800/ccd.v5i14.97>
- Castellanos, J. (s. f.). Hacia una historia del hombre de trono. Recuperado marzo 29, 2011, a partir de <http://hombredetrono.zobyhost.com/index.php/actividades/xv-aniversario/62-hacia-una-historia-del-hombre-de-trono>

- Castillo Rodríguez, A., Hernández-Mendo, A., & Fernández-García, J. Alvero-Cruz. (2014). Physical and physiological responses in Paddle Tennis competition. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(2), 524-534.
- Christie, C. J., & Scott, P. A. (2005). Metabolic responses of South African soldiers during simulated marching with 16 combinations of speed and backpack load. *Military Medicine*, 170(7), 619-622.
- Costalero.com | Informe Resultados CEACO 2015. (s. f.). Recuperado a partir de <http://costalero.com/informe-resultados-ceaco-2015>
- Coutts, A. J., Quinn, J., Hocking, J., Castagna, C., & Rampinini, E. (2010). Match running performance in elite Australian Rules Football. *Journal of Science and Medicine in Sport / Sports Medicine Australia*, 13(5), 543-548. <http://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.09.004>
- Cruz Fernández, Pérez Castilla, Blasco Huelva, P. y Álvarez Zarallo, J. (2001). Vigilancia de la salud en los costaleros. En www.lapasion.orgl vigilancia. (s. f.).
- Cuddy, J. S., Slivka, D. R., Hailes, W. S., Dumke, C. L., & Ruby, B. C. (2014). Perfil Metabólico del Campeonato Mundial Ironman: Estudio de un Caso. *PubliCE Premium*. Recuperado a partir de <http://g-se.com/es/entrenamiento-en-triatlon/articulos/perfil-metabolico-del-campeonato-mundial-ironman-estudio-de-un-caso-1726>
- Cunniffe, B., Proctor, W., Baker, J. S., & Davies, B. (2009). An Evaluation of the Physiological Demands of Elite Rugby Union Using Global Positioning System Tracking Software: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1195-1203. <http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a3928b>

Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (2008) Edición Digital

Duffield, R., Reid, M., Baker, J., & Spratford, W. (2010). Accuracy and reliability of GPS devices for measurement of movement patterns in confined spaces for court-based sports. *Journal of Science and Medicine in Sport / Sports Medicine Australia*, 13(5), 523-525.
<http://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.07.003>

Duncan, S., Stewart, T. I., Oliver, M., Mavoa, S., MacRae, D., Badland, H. M., & Duncan, M. J. (2013). Portable global positioning system receivers: static validity and environmental conditions. *American Journal of Preventive Medicine*, 44(2), e19-29.
<http://doi.org/10.1016/j.amepre.2012.10.013>

Edgecomb, S. J., & Norton, K. I. (2006). Comparison of global positioning and computer-based tracking systems for measuring player movement distance during Australian football. *Journal of Science and Medicine in Sport / Sports Medicine Australia*, 9(1-2), 25-32. <http://doi.org/10.1016/j.jsams.2006.01.003>

Encarnación Martínez, A. (2012). Análisis biomecánico de la marcha Nórdica: efectos de la experiencia y de la velocidad de práctica sobre el patrón de presión plantar, las fuerzas de reacción del suelo y los niveles de impacto.
http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/24309/Alberto%20Encarnaci%c3%b3n%20Mart%c3%adnez_TESIS%20DOCTORAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Escribano, A. (2003). Análisis fisiológico del esfuerzo que realiza el costalero. En Actas del 1 Congreso Nacional del Costalero. Las Ciencias de la Salud y de la Actividad Física como fundamento. Córdoba: Diputación de Córdoba.

Evaluación de la carga física - Asociación de Ergónomos Comunidad Valenciana. (s. f.).

Recuperado 24 de octubre de 2015, a partir de

file:///C:/Users/HP/Desktop/Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20carga%20f%C3%ADsica%20-

%20Asociaci%C3%B3n%20de%20Erg%C3%B3nomos%20Comunidad%20Valenciana.html

Galliera, E., Dogliotti, G., Melegati, G., Cabitza, P., Romanelli, M. M. C., & Banfi, G. (2012).

Bone remodelling biomarkers after whole body cryotherapy (WBC) in elite rugby players. *Bone*, 51(6), S20. <http://doi.org/10.1016/j.bone.2012.08.064>

García García, J. A. (2014). Estudio de la carga interna y externa en situaciones reducidas en fútbol [info:eu-repo/semantics/doctoralThesis]. Recuperado 1 de noviembre de 2015, a partir de <http://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/8868>

Gavala González, J. (2009). La Actividad Física del Costalero Sevillano: Hábitos y costumbres. Universidad Pablo de Olavide., Sevilla.

Global Positioning System and Sport-Specific Testing - Springer. (s. f.). Recuperado 26 de agosto de 2015, a partir de <http://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200333150-00002#page-1>

Gomez-Piriz, P. T., Jiménez-Reyes, P., & Ruiz-Ruiz, C. (2011). Relation Between Total Body Load and Session Rating of Perceived Exertion in Professional Soccer Players: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(8), 2100-2103.

<http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181fb4587>

Guillén, M. y Pérez, J .A. (2003). Repercusiones fisiológicas del trabajo del costalero. En Actas del 1 Congreso Nacional del Costalero. Las Ciencias de la Salud y de la Actividad Física como fundamento. Córdoba: Diputación de Córdoba.

Hermosilla. A. (1985) Estudio médico del costalero 1. En ABC de Sevilla de 1 de marzo de 1985. (s. f.).

Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2000). Metodología de la investigación. (2ª Edición). México: Mc Graw Hill.

Hinojosa, J. (2011). El corazón del hombre de trono: Aproximación al esfuerzo físico desarrollado por el cofrade bajo el varal. La Saeta, (47), 250–251.

Hortal Quesada Enrique. (2008). Diseño y fabricación de un sistema electrónico autónomo para medir la distribución de peso en estructuras móviles. Aplicación a los tronos de la semana santa. Recuperado 5 de septiembre de 2015, a partir de <https://docs.google.com/a/goumh.umh.es/file/d/0BzE5kF1KL2EOWjMwSmZpQmtEckE/edit?pli=1>

Informe CEACO 2015 2 - Informe_CEACO_2015.pdf. (s. f.-a). Recuperado a partir de http://costalero.com/wp-content/uploads/2015/04/Informe_CEACO_2015.pdf

Izquierdo, M; Martínez-Ramírez, A; Larrión, J. L; Irujo-Espinosa, M; Gómez, M.

An Sist Sanit Navar; Functional capacity evaluation in a clinical and ambulatory setting: new challenges of accelerometry to assessment balance and muscle power in aging population 31(2): 159-170, may.-ago.2008.

Jiménez Gómez, J.(2011)Proyecto Fin de carrera: Trono procesional para la semana santa de malaga: Diseño y análisis de una nueva solución estructural,

Johnson, E. C., Pryor, J. L., Casa, D. J., Belval, L. N., Vance, J. S., DeMartini, J. K., ...

Armstrong, L. E. (2015). Bike and run pacing on downhill segments predict Ironman triathlon relative success. *Journal of Science and Medicine in Sport / Sports Medicine Australia*, 18(1), 82-87. <http://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.12.001>

Karvonen, M. J., & Kentala, E. Mustala, O.(1957). The effects of training on heart rate.

Annales of Medicinae Experimentalis et Biologiae Fenniae, 35, 308-3, 15.

Knapik, J., Harman, E., & Reynolds, K. (1996). Load carriage using packs: A review of physiological, biomechanical and medical aspects. *Applied Ergonomics*, 27(3), 207-216. [http://doi.org/10.1016/0003-6870\(96\)00013-0](http://doi.org/10.1016/0003-6870(96)00013-0)

Larsson, D. P. (2012). Global Positioning System and Sport-Specific Testing. *Sports Medicine*, 33(15), 1093-1101. <http://doi.org/10.2165/00007256-200333150-00002>

Larsson, P., Burlin, L., Jakobsson, E., & Henriksson-Larsen, K. (2002). Analysis of performance in orienteering with treadmill tests and physiological field tests using a differential global positioning system. *Journal of Sports Sciences*, 20(7), 529-535. <http://doi.org/10.1080/026404102760000035>

- Larsson, P., & Henriksson-Lars N, K. (2001). The use of d GPS and simultaneous metabolic measurements during orienteering: *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(11), 1919-1924. <http://doi.org/10.1097/00005768-200111000-00018>
- LEGG, S. J. (1985). Comparison of different methods of load carriage. *Ergonomics*, 28(1), 197-212. <http://doi.org/10.1080/00140138508963128>
- Legg, S. J., Ramsey, T., & Knowles, D. J. (1992). The metabolic cost of backpack and shoulder load carriage. *Ergonomics*, 35(9), 1063-1068.
<http://doi.org/10.1080/00140139208967382>
- Lehnertz, K. with Martín, D., Klaus Carl. (2001). *Manual de metodología del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Linares, J. J. G. (2013). *Calidad de vida, cuidadores e intervención para la mejora de la salud en el envejecimiento*. Asociación Universitaria de Educación y Psicología. Recuperado a partir de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=522568>
- Lyons, J., Allsopp, A., & Bilzon, J. (2005). Influences of body composition upon the relative metabolic and cardiovascular demands of load-carriage. *Occupational medicine*, 55(5), 380-384.
- MacLeod, H., Morris, J., Nevill, A., & Sunderland, C. (2009). The validity of a non-differential global positioning system for assessing player movement patterns in field hockey. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 121-128.
<http://doi.org/10.1080/02640410802422181>

Marins, J. C. B., Marins, N. M. O., & Fernández, M. D. (2010). Aplicaciones de la frecuencia cardiaca máxima en la evaluación y prescripción de ejercicio. *Apunts: Medicina de l'esport*, 45(168), 5-.

Maud, P. J., & Foster, C. (2006). *Physiological Assessment of Human Fitness*. Human Kinetics.

Medicine, A. C. of S. (2013). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Lippincott Williams & Wilkins.

Mendez Pérez, Luis (2014). *Los tronos Malagueños. Su forma de llevarlos. Lesiones que pueden producir y su prevención.,Semana Santa de Málaga su idiosincrasia.Cursos de Verano de la FGUMA.Málaga* (s. f.).

Méndez Pérez, Luis. Revista Guión. Año 1984 . Málaga. (s. f.).

NTP 323: Determinación del metabolismo energético - ntp_323.pdf. (s. f.). Recuperado a partir de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_323.pdf

Pal, M. S., Majumdar, D., Bhattacharyya, M., Kumar, R., & Majumdar, D. (2009). Optimum load for carriage by soldiers at two walking speeds on level ground. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39(1), 68-72. <http://doi.org/10.1016/j.ergon.2008.05.002>

- Pal, M. S., Majumdar, D., Pramanik, A., Chowdhury, B., & Majumdar, D. (2014). Optimum load for carriage by Indian soldiers on different uphill gradients at specified walking speed. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 44(2), 260-265.
<http://doi.org/10.1016/j.ergon.2013.09.001>
- Pardo Arquero, V. P. (2005). Algunas características del portador de tronos en Semana Santa de la provincia de Córdoba (España). *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 5(17), 13 – 29.
- Pérez-Soriano, P., Encarnación-Martínez, A., Aparicio-Aparicio, I., Giménez, J. V., & Llana-Belloch, S. (2014). Nordic walking: a systematic review. *European Journal of Human Movement*, 33(0), 26-45.
- Portas, M. D. (Matthew), Rush, C. J. (Christopher), Barnes, C. A. (Christopher), & Batterham, A. M. (Alan). (2007). Method comparison of linear distance and velocity measurements with global positioning satellite (GPS) and the timing gate techniques. *Journal of Sports Science and Medicine*. Recuperado a partir de
<http://tees.openrepository.com/tees/handle/10149/112237>
- Quesada, P. M., Mengelkoch, L. J., Hale, R. C., & Simon, S. R. (2000). Biomechanical and metabolic effects of varying backpack loading on simulated marching. *Ergonomics*, 43(3), 293-309. <http://doi.org/10.1080/001401300184413>

Randers, M. B., Mujika, I., Hewitt, A., Santisteban, J., Bischoff, R., Solano, R., ... Mohr, M. (2010). Application of four different football match analysis systems: A comparative study. *Journal of Sports Sciences*, 28(2), 171-182.
<http://doi.org/10.1080/02640410903428525>

Recorrido oficial de la Semana Santa de Málaga. (2015, mayo 1). En Wikipedia, la enciclopedia libre. Recuperado a partir de
https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Recorrido_oficial_de_la_Semana_Santa_de_M%C3%A1laga&oldid=82145434

Redalyc. Deporte con dispositivos de posicionamiento global (GPS): Aplicaciones y limitaciones - Resumen_235131674015_5.pdf. (s. f.). Recuperado a partir de
http://www.redalyc.org/pdf/2351/Resumenes/Resumo_235131674015_5.pdf

Reid, M., Duffield, R., Dawson, B., Baker, J., & Crespo, M. (2008). Quantification of the physiological and performance characteristics of on-court tennis drills. *British Journal of Sports Medicine*, 42(2), 146-151. <http://doi.org/10.1136/bjsm.2007.036426>

Reilly, T. (1997). Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 15(3), 257-263.
<http://doi.org/10.1080/026404197367263>

Rodriguez Asuero, F.M. (2005). Bajo la trabajadera. Huelva: Imprenta Beltrán. Recuperado a partir de file:///H:/e-book_bajo_la_trabajadera_francisco_manuel_rodriguez_asuero_y_cols1.pdf

Rodríguez, D. A., Brown, A. L., & Troped, P. J. (2005). Portable global positioning units to complement accelerometry-based physical activity monitors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(11 Suppl), S572-581.

Rowlands, A. V., & Eston, R. G. (2007). The Measurement and Interpretation of Children's Physical Activity. *Journal of Sports Science & Medicine*, 6(3), 270-276.

Sánchez Latorre, D. L. (2002). *La actividad física de los costaleros: un estudio real*. Úbeda (Jaén: El Olivo.

Schiffer, T., Knicker, A., Montanarella, M., & Strüder, H. K. (2011). Mechanical and physiological effects of varying pole weights during Nordic walking compared to walking. *European Journal of Applied Physiology*, 111(6), 1121-1126.

<http://doi.org/10.1007/s00421-010-1739-5>

Schutz, Y., & Chambaz, A. (1997). Could a satellite-based navigation system (GPS) be used to assess the physical activity of individuals on earth? *European Journal of Clinical Nutrition*, 51(5), 338-339.

Suárez-Moreno Arrones, L.J.; Nuñez, F.J. (2011). Physicological and antropometric characteristics of elite rugby players in Spain and relative power out as predictor of performance in sprint and RSA. *Journal of Sport and Health Research*. 3(3):191-202.

Sugiyama, K., Kawamura, M., Tomita, H., & Katamoto, S. (2013). Oxygen uptake, heart rate, perceived exertion, and integrated electromyogram of the lower and upper extremities during level and Nordic walking on a treadmill. *Journal of Physiological Anthropology*, 32(1), 2. <http://doi.org/10.1186/1880-6805-32-2>

- Swain, D. P., Leutholtz, B. C., King, M. E., Haas, L. A., & Branch, J. D. (1998). Relationship between % heart rate reserve and % VO2 reserve in treadmill exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(2), 318-321.
- Takeshima, N., Islam, M. M., Rogers, M. E., Rogers, N. L., Sengoku, N., Koizumi, D., ... Naruse, A. (2013). Effects of Nordic Walking Compared to Conventional Walking and Band-Based Resistance Exercise on Fitness in Older Adults. *Journal of Sports Science & Medicine*, 12(3), 422-430.
- Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 37(1), 153-156.
- Townshend, A. D., Worringham, C. J., & Stewart, I. B. (2008). Assessment of speed and position during human locomotion using nondifferential GPS. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(1), 124-132. <http://doi.org/10.1249/mss.0b013e3181590bc2>
- Vega, S. (2011, abril 10). La Politécnica aligera el peso del Jueves Santo. SUR, p. 7. (s. f.).
- Wiech, M., Prusik, K., Kortas, J., Bielawa, L., Ossowski, Z., Prusik, K., & Zukow, W. (2013). Changes in the ranges of motion in the joints of the upper and lower extremities in elderly people under the influence of the nordic walking training. *Journal of Health Sciences*, 3(5), 267-276.
- Williams AG, Rayson MP, Jones DA: Training diagnosis for a load carriage task. J Strength Cond Res 2004; 18: 30 – 4

Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2004). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Barcelona: Editorial Paidotribo.

ANEXOS